This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

E. H. B.

BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY.

LIBRAIRIE
A. CORDOZ
Ch. Boulanger, Suc
PARIS

ASSOCIATION

FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Une table des matières est jointe à chacun des volumes du Compte Rendu des travaux de l'Association Française en 1898.

Une table analytique *générale* par ordre alphabétique termine la 2me partie ; dans cette table, les nombres qui sont placés après la lettre *p* se rapportent aux pages de la 1re partie, ceux placés après l'astérique * se rapportent aux pages de la 2me partie.

ASSOCIATION
FRANÇAISE
POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

FUSIONNÉE AVEC

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

(Fondée par Le Verrier en 1864)

RECONNUES D'UTILITÉ PUBLIQUE

COMPTE RENDU DE LA 27ME SESSION

NANTES
1898

—

SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES

PARIS
AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION
28, rue Serpente (Hôtel des Sociétés savantes)
ET CHEZ MM. G. MASSON ET Cie, LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, boulevard Saint-Germain

—

1899

BOSTON MEDICAL
MAY 19 1911
LIBRARY.

1911
J. F. B.

BOSTON MEDICAL LIBRARY
MAY 19 1899

ASSOCIATION FRANÇAISE

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NOTES ET MÉMOIRES

M. E. FONTANEAU

Ancien Officier de Marine, à Limoges

SUR L'HYDRODYNAMIQUE [S 2 a]

— Séance du 5 août 1898 —

Je prendrai pour point de départ des considérations sur l'Hydrodynamique qui font le sujet de ce travail, les formules classiques du mouvement des liquides, auxquelles on peut donner d'après Lagrange et Navier la forme suivante :

$$(1)\quad \frac{dp}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 p+2Mr-2Nq=\frac{dk}{dx}\qquad \frac{dq}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 q+2Np-2Lr=\frac{dk}{dy}$$

$$\frac{dr}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2 r+2Lq-2Mp=\frac{dk}{dz}\qquad \rho k+\rho\frac{p^2+q^2+r^2}{2}+\rho-\pi V=o;$$

y désigne la densité du liquide, h une constante qui dépend de sa nature et V le potentiel accélérateur des forces appliquées à sa masse.

A ces équations il convient de joindre celle qui exprime l'incompressibilité du liquide et les relations qui servent à définir les composantes de la rotation élémentaire, au moyen des composantes p, q, r de la vitesse du liquide.

$$\frac{dp}{dx}+\frac{dq}{dy}+\frac{dr}{dz}=o \tag{2}$$

$$2\,\mathrm{L}=\frac{dr}{dy}-\frac{dq}{dz} \qquad 2\,\mathrm{M}=\frac{dp}{dz}-\frac{dr}{dx} \qquad 2\,\mathrm{N}=\frac{dq}{dx}-\frac{dp}{dy}$$

Les premiers membres des trois premières équations (1) devant être égaux aux dérivées partielles d'une même fonction k définie au moyen de la vitesse du liquide, du potentiel V et de la pression π, il en résulte les relations

$$\begin{gathered}
\frac{d\mathrm{L}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{L}+2\frac{d\mathrm{L}}{dx}p+\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx}+\frac{d\mathrm{L}}{dy}\right)q+\left(\frac{d\mathrm{L}}{dz}+\frac{d\mathrm{N}}{dx}\right)r=\frac{d\Pi}{dx}\\
\frac{d\mathrm{M}}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\mathrm{M}+\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx}+\frac{d\mathrm{L}}{dy}\right)p+2\frac{d\mathrm{M}}{dy}q+\left(\frac{d\mathrm{N}}{dy}+\frac{d\mathrm{M}}{dz}\right)r=\frac{d\Pi}{dy}\\
\mathrm{L}p+\mathrm{M}q+\mathrm{N}r=\Pi\\
\frac{d\mathrm{N}}{dt}-\frac{h}{5}\Delta^2\mathrm{N}+\left(\frac{d\mathrm{L}}{dz}+\frac{d\mathrm{N}}{dx}\right)p+\left(\frac{d\mathrm{N}}{dy}+\frac{d\mathrm{M}}{dz}\right)r+2\frac{d\mathrm{N}}{dz}r=\frac{d\Pi}{dz}
\end{gathered} \tag{3}$$

auxquelles il paraît plus facile de satisfaire qu'aux équations (1) parce qu'elles sont indépendantes de π et de V. Néanmoins la difficulté de les intégrer est encore si grande que jusqu'à présent, suivant la remarque de Lagrange, on a été obligé de se contenter même dans les problèmes les plus difficiles de méthodes particulières et fondées sur des hypothèses plus ou moins limitées. On peut d'ailleurs observer que la solution d'un problème d'une aussi vaste étendue n'aurait pas d'utilité réelle, car on ne rencontre pas dans la nature de masse fluide d'une certaine grandeur qui soit soumise en son entier à une même loi de mouvement. Aussi n'y a-t-il pas lieu de se le poser, pas plus qu'on ne songe à résoudre simultanément toutes les questions de la Géométrie des Surfaces en faisant usage des coordonnées rectilignes que nous devons au génie de Descartes.

1. J'ai déjà considéré le cas particulier où l'on aurait

$$2\mathrm{M}r-2\mathrm{N}q=o \qquad 2\mathrm{N}p-2\mathrm{L}r=o \qquad 2\mathrm{L}q-2\mathrm{M}p=o$$

et j'y reviendrai plus loin. Mais je vais d'abord m'occuper du problème défini par l'égalité.

(4)
$$2Lp+2Mq+2Nr=\left(\frac{dr}{dy}-\frac{dq}{dz}\right)p+\left(\frac{dp}{dz}-\frac{dr}{dx}\right)q+\left(\frac{dq}{dx}-\frac{dp}{dy}\right)r=2\Pi=o$$

c'est-à-dire du mouvement d'un liquide ou en chaque point et à tout instant l'axe de la rotation élémentaire est perpendiculaire à la vitesse. On satisfait généralement à la relation (4) en posant

(5) $$p=e\frac{d\alpha}{dx} \qquad q=e\frac{d\alpha}{dy} \qquad r=e\frac{d\alpha}{dz}$$

où e et α désignent deux fonctions à déterminer de x, y, z et du temps t. Pour que ces expressions vérifient l'équation d'incompressibilité (2), il faut qu'on ait

(6) $$\frac{d\alpha}{dx}\frac{de}{dx}+\frac{d\alpha}{dy}\frac{de}{dy}+\frac{d\alpha}{dz}\frac{de}{dz}+\Delta^2\alpha.e=o.$$

C'est par rapport à e une équation aux dérivées partielles du premier ordre et linéaire qu'il est aisé d'intégrer en substituant aux coordonnées cartésiennes x, y, z, trois coordonnées curvilignes α, β, γ. Il en résulte

$$\left(\frac{d\alpha^2}{dx}+\frac{d\alpha^2}{dy}+\frac{d\alpha^2}{dz}\right)\frac{de}{d\alpha}+\left(\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{de}{d\beta}+$$
$$\left(\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dy}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dz}\right)\frac{de}{d\gamma}+\Delta^2\alpha.\ e=o$$

et plus simplement

(7) $$A^2\frac{de}{d\alpha}+\Delta\alpha.\ e=o,$$

si l'on pose

(8)
$$\frac{d\alpha}{dx}^2+\frac{d\alpha}{dy}^2+\frac{d\alpha}{dz}^2=A^2 \qquad \frac{d\beta}{dx}^2+\frac{d\beta}{dy}^2+\frac{d\beta}{dz}^2=B^2 \qquad \frac{d\gamma}{dx}^2+\frac{d\gamma}{dy}^2+\frac{d\gamma}{dz}^2=C^2$$
$$\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dz}=o \qquad \frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dy}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dz}=o$$
$$\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dx}+\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dy}+\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dz}=BC\cos\theta$$

c'est-à-dire si les coordonnés curvilignes α, β, γ sans être complètement orthogonales, le sont en ce sens que les surfaces α sont normales aux surfaces β, aux surfaces γ et à leurs intersections com-

A ces équations il convient de joindre celle ... lorsqu'on prend
pressibilité du liquide et les relations qui serv...
santes de la rotation élémentaire, au moyen ...
de la vitesse du liquide.

(2) $$\frac{dp}{dx}+\frac{dq}{dy}+\frac{d}{}\ldots \qquad \ldots A^2\frac{dz}{d\alpha}$$

$$2\,L=\frac{dr}{dy}-\frac{dq}{dz} \qquad 2\,M=\ldots \qquad \ldots\cos\theta\frac{dy}{d\gamma}$$

Les premiers membres des ... $\ldots+C^2\frac{dx}{d\gamma}$
être égaux aux dérivées par ...
moyen de la vitesse du li... $\ldots\cos\theta\frac{dz}{d\beta}+C^2\frac{dz}{d\gamma}$
en résulte les relations

$$\frac{dL}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2L+\ldots$$

(3) $$\frac{dM}{dt}-\frac{h}{\rho}\Delta^2\ldots \qquad \ldots\frac{\ldots}{d\beta}=\frac{1}{B^2\sin^2\theta}\frac{d\beta}{dx}-\frac{\cos\theta}{BC\sin^2\theta}\frac{d\gamma}{dx}$$

$$\ldots\frac{1}{C^2\sin^2\theta}\frac{d\gamma}{dx}-\frac{\cos\theta}{BC\sin^2\theta}\frac{d\beta}{dx}$$

$\frac{dN}{dt}$ ... analogues qu'on obtiendrait, en remplaçant dans
auxque... ... ordonnée x successivement par y et par z.
parce...
de ...
...

$$\Delta^2\alpha=A\frac{dA}{d\alpha}-A^2\frac{\frac{d}{d\alpha}(BC)}{BC}-A^2\frac{\cos\theta}{\sin\theta}\frac{d\theta}{d\alpha}$$

$$\ldots\Delta^2\beta=B\frac{dB}{d\beta}-B^2\frac{\frac{d}{d\beta}(CA)}{CA}-B^2\frac{\cos\theta}{\sin\theta}\frac{d\theta}{d\beta}-BC\left[\cos\theta\frac{\frac{dA}{d\gamma}}{A}+\frac{\frac{d\theta}{d\gamma}}{\sin\theta}\right]$$

$$\ldots\Delta^2\gamma=C\frac{dC}{d\gamma}-C^2\frac{\frac{d}{d\gamma}(AB)}{AB}-C^2\frac{\cos\theta}{\sin\theta}\frac{d\theta}{d\gamma}-BC\left[\cos\theta\frac{\frac{dA}{d\beta}}{A}+\frac{\frac{d\theta}{d\beta}}{\sin\theta}\right]$$

... en substituant dans l'équation (7) l'expression de $\Delta^2\alpha$, puis intégrant par rapport à α et sans se préoccuper des variables β et γ qui doivent être traitées comme des constantes, on obtient

(12) $$e=\frac{BC}{A}\sin\theta\psi(\beta,\gamma)$$

où ψ désigne une fonction arbitraire.

?. Il vient donc pour les composantes de la vitesse

$$p=e\frac{d\alpha}{dx}=\frac{BC}{A}\sin\theta\frac{d\alpha}{dx}\psi(\beta,\gamma)=ABC\sin\theta\frac{dx}{d\alpha}\psi(\beta,\gamma)$$

$$\frac{d\alpha}{dy}=\frac{BC}{A}\sin\theta\frac{d\alpha}{dy}\psi(\beta,\gamma)=ABC\sin\theta\frac{dy}{d\alpha}\psi(\beta,\gamma)$$

$$\frac{BC}{A}\sin\theta\frac{d\alpha}{dz}\psi(\beta,\gamma)=ABC\sin\theta\frac{dz}{d\alpha}\psi(\beta,\gamma)$$

posantes de la rotation élémentaire :

$$\frac{dr}{dy}-\frac{dq}{dz}=\frac{d\alpha}{dz}\frac{de}{dy}-\frac{d\alpha}{dy}\frac{de}{dz}=\left(\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dy}-\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{de}{d\beta}+\left(\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dz}-\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dy}\right)\frac{de}{d\gamma}$$

$$2M=\frac{dp}{dz}-\frac{dr}{dx}=\frac{d\alpha}{dx}\frac{de}{dz}-\frac{d\alpha}{dz}\frac{de}{dx}=\left(\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dz}-\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dx}\right)\frac{de}{d\beta}+\left(\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dx}-\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dz}\right)\frac{de}{d\gamma}$$

$$2N=\frac{dq}{dx}-\frac{dp}{dy}=\frac{d\alpha}{dy}\frac{de}{dx}-\frac{d\alpha}{dx}\frac{de}{dy}=\left(\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dx}-\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dy}\right)\frac{de}{d\beta}+\left(\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dy}-\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dx}\right)\frac{de}{d\gamma}$$

Il résulte de ces formules une conséquence importante;

Proposition. — Pour que dans un système de coordonnées *bi* ou *tri* orthogonales il y ait un mouvement de liquide avec potentiel de vitesse il faut et il suffit que la fonction e ne dépende que de la coordonnée curviligne α, à l'exclusion des deux autres et le potentiel de vitesse s'obtient alors par une simple quadrature.

Par exemple dans le système de coordonnées elliptiques défini par les équations:

$$\frac{x^2}{\alpha^2}+\frac{y^2}{\alpha^2-\beta^2}+\frac{z^2}{\alpha^2-c^2}-1=o \qquad \frac{x^2}{\beta^2}+\frac{y^2}{\beta^2-b^2}-\frac{z^2}{c^2-\beta^2}-1=o$$

$$\frac{x^2}{\gamma^2}-\frac{y^2}{b^2-\gamma^2}-\frac{z^2}{c^2-\gamma^2}-1=o$$

$$\gamma<b<\beta<c<\alpha$$

On a

$$A^2=\frac{(\alpha^2-b^2)(\alpha^2-c^2)}{(\alpha^2-\beta^2)(\alpha^2-\gamma^2)} \quad B^2=\frac{(\beta^2-b^2)(c^2-\beta^2)}{(\beta^2-\gamma^2)(\alpha^2-\beta^2)} \quad C^2=\frac{(b^2-\gamma^2)(c^2-\gamma^2)}{(\alpha^2-\gamma^2)(\beta^2-\gamma^2)}$$

Si donc on a égard à l'expression (12) de c où il faut remplacer n θ par *1* et poser

$$\frac{BC}{A}=\frac{\sqrt{(\beta^2-b^2)(c^2-\beta^2)(b^2-\gamma^2)(c^2-\gamma^2)}}{(\beta^2-\gamma^2)\sqrt{(\alpha^2-\beta^2)(\alpha^2-c^2)}},$$

il y aura potentiel de vitesse pour

$$\psi(\beta,\gamma)=\frac{\beta^2-\gamma^2}{\sqrt{(\beta^2-b^2)(c^2-\beta^2)(b^2-\gamma^2)(c^2-\gamma^2)}}\,T$$

d'où $$e=\frac{T}{\sqrt{(\alpha^2-\beta^2)(\alpha^2-c^2)}}$$

en désignant par T une fonction du temps, et le potentiel de vitesse Φ sera donné lui-même par l'intégrale

$$\Phi=\int_0^\alpha\frac{T\lambda\alpha}{\sqrt{(\alpha^2-\beta^2)(\alpha^2-c^2)}}=CT\int_0^\varphi\frac{\lambda\varphi}{\Delta\varphi}$$

en posant

$$\alpha=b\sin\varphi \qquad x=\frac{b}{c} \qquad \Delta\varphi=\sqrt{1-x^2\sin^2\varphi}$$

(voir la 17e leçon sur la Physique mathématique de Kirchhoff).

Le procedé le plus général pour obtenir un système de coordonnées curvilignes bi-orthogonales, consiste à prendre pour point de départ une équation aux différentielles totales à trois variables et à l'intégrer. Soit

$$(15)\qquad U\,dx+V\,dy+W\,dz=o$$

une telle équation pour laquelle on doit avoir la relation

$$(16)\qquad U\left(\frac{dW}{dy}-\frac{dV}{dz}\right)+V\left(\frac{dU}{dz}-\frac{dW}{dx}\right)+W\left(\frac{dV}{dx}-\frac{dU}{dy}\right)=o$$

et α = const. son intégrale; si l'on pose

$$U\frac{d\beta}{dx}+V\frac{d\beta}{dy}+W\frac{d\beta}{dz}=o \qquad U\frac{d\gamma}{dx}+V\frac{d\gamma}{dy}+W\frac{d\gamma}{dz}=o$$

en désignant par β et γ deux fonctions à déterminer, on aura évidemment

$$\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dz}=o \qquad \frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dy}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dz}=o$$

et le système des coordonnées curvilignes demandé s'obtiendra en intégrant les équations différentielles simultanées

$$(17)\qquad \frac{dx}{U}=\frac{dy}{V}=\frac{dz}{W}$$

auxquelles correspondent deux séries de surfaces et une congruence de courbes dans l'espace qui ne pourront être les trajectoires ortho-

gonales d'une même surface α, que si les fonctions u, v, w vérifient la relation (16).

Soit comme exemple, l'équation différentielle

$$(cy-bz)\,dx+(az-cx)\,dy+(bx-ay)\,dz=o \tag{18}$$

dont l'intégrale donnée par Euler est

$$(az-cx)+\alpha(cy-bz)=o; \tag{19}$$

les équations différentielles (17) donnent par intégration

$$\beta=\sqrt{x^2+y^2+z^2} \qquad \gamma=ax+by+cz \tag{20}$$

et on s'assure aisément que les coordonnées α, β, γ sont biorthogonales.

On déduit des relations (19) et (20)

$$x=\frac{a\gamma}{a^2+b^2+c^2}+\frac{[(b^2+c^2)\alpha-ab]\sqrt{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}}{(a^2+b^2+c^2)\sqrt{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}}$$

$$A^2=\frac{[(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2]^2}{c^2[(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2]}$$

$$y=\frac{b\gamma}{a^2+b^2+c^2}+\frac{(c^2+a^2-ab\alpha)\sqrt{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}}{(a^2+b^2+c^2)\sqrt{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}}$$

$$B^2=1 \qquad C^2=a^2+b^2+c^2$$

$$z=\frac{c\gamma}{a^2+b^2+c^2}+\frac{(ca\alpha+cb)\sqrt{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}}{(a^2+b^2+c^2)\sqrt{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}}$$

$$\cos\theta=\frac{\gamma}{\beta\sqrt{a^2+b^2+c^2}} \qquad \sin\theta=\frac{\sqrt{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}}{\beta\sqrt{a^2+b^2+c^2}}$$

et

$$\frac{d\alpha}{dx}=\sqrt{\frac{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}}$$

$$\frac{d\alpha}{dy}=-\alpha\sqrt{\frac{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}}$$

$$\frac{d\alpha}{dz}=\frac{b\alpha-a}{c}\sqrt{\frac{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}}$$

$$\frac{d\beta}{dx}=\frac{x}{\beta} \qquad \frac{d\beta}{dy}=\frac{y}{\beta} \qquad \frac{d\beta}{dz}=\frac{z}{\beta} \qquad \frac{d\gamma}{dx}=a \qquad \frac{d\gamma}{dy}=b \qquad \frac{d\gamma}{dz}=c.$$

Par suite, il vient

$$(21)\qquad e=\frac{BC}{A}\sin\theta\ \psi(\beta,\gamma)=\frac{c}{\beta}\frac{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}\ \psi(\beta,\gamma)$$

et il y aura mouvement du liquide avec potentiel de vitesse, si l'on a

$$\psi(\beta,\gamma)=\frac{\beta}{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}\ T$$

d'où il résulte pour le potentiel Φ :

$$(22)\qquad \Phi=\frac{T}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}\,arc\ tg\frac{(b^2+c^2)\alpha-ab}{c\sqrt{a^2+b^2+c^2}}=$$

$$\frac{T}{\sqrt{a^2+b^2+c^2}}\,arc\ tg\frac{(b^2+c^2)x-aby-caz}{(cy-bz)\sqrt{a^2+b^2+c^2}}$$

On a d'ailleurs généralement :

$$(23)\qquad p=e\frac{d\alpha}{dx}=\frac{c}{\beta}\sqrt{\frac{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}}\psi(\beta,\gamma),\ q=$$

$$e\frac{d\alpha}{dy}=-\frac{c\alpha}{\beta}\sqrt{\frac{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}}\psi(\beta,\gamma),\ r=$$

$$\frac{b\alpha-a}{\beta}\sqrt{\frac{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}}\psi(\beta,\gamma)$$

et pour les composantes de la rotation élémentaire :

(24)

$$2L=\left\{\frac{[(b^2+c^2)\alpha-ab]\gamma}{c(a^2+b^2+c^2)\beta}G-\frac{a[(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2]}{c(a^2+b^2+c^2)\beta}\right\}\frac{de}{d\beta}+$$

$$\frac{(b^2+c^2)\alpha-ab}{c}G\frac{de}{d\gamma}$$

$$2M=\left\{\frac{(c^2+a^2-ab\alpha)\gamma}{c(a^2+b^2+c^2)\beta}G-\frac{b[(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2]}{c(a^2+b^2+c^2)\beta}\right\}\frac{de}{d\beta}+$$

$$\frac{c^2+a^2-ab\alpha}{c}G\frac{de}{d\gamma}$$

$$2N=-\left\{\frac{a\alpha+b}{(a^2+b^2+c^2)\beta}G+\frac{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}{(a^2+b^2+c^2)\beta}\right\}\frac{de}{d\beta}-$$

$$(a\alpha+b)G\frac{de}{d\gamma}$$

en posant pour simplifier

$$(25)\qquad \sqrt{\frac{(b^2+c^2)\alpha^2-2ab\alpha+c^2+a^2}{(a^2+b^2+c^2)\beta^2-\gamma^2}}=G$$

3. Il faut satisfaire avec ces expressions aux équations (1) et (3), mais il convient d'établir une distinction suivant que les coefficients a, b, c sont ou ne sont pas fonction du temps. Dans ce dernier cas on peut, sans nuire à la généralité du problème, poser $a = b = o$ et $c = 1$ dans les formules qui précèdent.
Il en résulte

$$\alpha=\frac{x}{y}\qquad \beta=\sqrt{x^2+y^2+z^2}\qquad \gamma=z$$

$$\text{d'où}\quad x=\alpha\sqrt{\frac{\beta^2-\gamma^2}{\alpha^2+1}}\qquad y=\sqrt{\frac{\beta^2-\gamma^2}{\alpha^2+1}}\qquad z=\gamma$$

$$(26)\qquad e=\frac{\beta^2-\gamma^2}{\beta(\alpha^2+1)}\psi(\beta,\gamma)\qquad p=\frac{1}{\beta}\sqrt{\frac{\beta^2-\gamma^2}{\alpha^2+1}}\psi(\beta,\gamma)$$

$$q=-\frac{\alpha}{\beta}\sqrt{\frac{\beta^2-\gamma^2}{\alpha^2+1}}\psi(\beta,\gamma)\quad r=o\qquad 2L=\alpha\sqrt{\frac{\alpha^2+1}{\beta^2-\gamma^2}}\left[\frac{\gamma}{\beta}\frac{de}{d\beta}+\frac{de}{d\gamma}\right]$$

$$2M=\sqrt{\frac{\alpha^2+1}{\beta^2-\gamma^2}}\left[\frac{\gamma}{\beta}\frac{de}{d\beta}+\frac{de}{d\gamma}\right]\qquad 2N=-\frac{\alpha^2+1}{\beta}\frac{de}{d\beta}$$

On a d'ailleurs

$$\frac{de}{d\beta}=\frac{\beta^2+\gamma^2}{\beta^2(\alpha^2+1)}\psi(\beta,\gamma)+\frac{\beta^2-\gamma^2}{\beta(\alpha^2+1)}\frac{d\psi}{d\beta}$$

$$\frac{de}{d\gamma}=-\frac{2\gamma}{\beta(\alpha^2+1)}\psi(\beta,\gamma)+\frac{\beta^2-\gamma^2}{\beta(\alpha^2+1)}\frac{d\psi}{d\gamma}$$

et il vient

$$(27)\qquad \left(\frac{dL}{dz}+\frac{dN}{dx}\right)p+\left(\frac{dN}{dy}+\frac{dM}{dz}\right)q+2\frac{dN}{dz}r=e$$

$$\left[A^2\frac{dN}{d\alpha}-L\frac{d^2\alpha}{dzdx}-M\frac{d^2\alpha}{dydz}-N\frac{d^2\alpha}{dz^2}\right]=o$$

Par suite la dernière des équations (3) se réduit à

$$(28)\qquad \frac{dN}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2N=o$$

et on reconnaît en outre que les deux premières ne se vérifient que si l'on a

$$2L=2M=o\qquad \text{et}\qquad \frac{d\psi}{d\gamma}+\frac{\gamma}{\beta}\frac{d\psi}{d\beta}-\frac{\gamma}{\beta^2}\psi=o$$

d'où il résulte

$$(29)\quad \psi=\beta f\sqrt{\beta^2-\gamma^2} \qquad 2N=-2f\sqrt{\beta^2-\gamma^2}-\sqrt{\beta^2-\gamma^2}\,f'\sqrt{\beta^2-\gamma^2}$$

en désignant par f une fonction arbitraire, à déterminer au moyen de l'équation (28)

D'ailleurs il vient

$$(30)\quad p=\sqrt{\frac{\beta^2-\gamma^2}{\alpha^2+1}}\,f\sqrt{\beta^2-\gamma^2} \qquad q=-\alpha\sqrt{\frac{\beta^2-\gamma^2}{\alpha^2+1}}\,f\sqrt{\beta^2-\gamma^2}$$

et on obtiendra la fonction k en intégrant les trois premières équations (1).

On peut appliquer ce calcul au mouvement d'un liquide dans une conduite formée de deux sphères concentriques ayant leur centre commun à l'origine des coordonnées cartésiennes et de deux plans perpendiculaires à l'axe des z. On obtient ainsi un coursier dont deux parois sont sphériques et les deux autres planes, analogue aux coursiers cylindriques que l'on emploie d'habitude pour les machines soufflantes et les moteurs hydrauliques. L'influence d'une telle conduite sur le mouvement intérieur du liquide est certaine mais n'est pas absolue et on ne peut admettre qu'elle le détermine à se mouvoir par filets circulaires et conaxiques que dans des cas très particuliers.

Il est d'ailleurs admis qu'une masse liquide en mouvement se subdivise souvent en masses partielles soumises chacune à une loi distincte et dont les parois glissent les unes sur les autres en donnant naissance à ce que Helmholtz appelle des surfaces tourbillonaires ou de séparation. On peut consulter à ce sujet le mémoire de cet auteur sur les mouvements discontinus des liquides. Cette circonstance a pour effet de rendre les conditions aux limites du domaine occupé par le liquide, plus complexes qu'on ne le suppose habituellement. Ces conditions ont été exposées par Kirchhoff dans la 26e de ses leçons sur la Physique mathématique, conformément aux idées généralement admises et aux observations presentées par Helmholtz, dans le mémoire cité. Mais pour suppléer à l'insuffisance de ces conditions lorsque la discontinuité se produit il a dû s'appuyer sur une hypothèse qui lui est propre et ne semble pas être à l'abri de toute objection. Quoiqu'il en soit et pour ne pas allonger outre mesure cet écrit, je réserverai cette question des limites pour une étude ultérieure.

Si dans les formules précédentes on conserve les coefficients a, b, c en les supposant variables avec le temps, les calculs deviennent plus compliqués, mais ils s'effectuent d'une manière analogue, si ce n'est

que pour former les équations (1) et (3) il faudra différentier par rapport au temps non seulement les fonctions arbitraires mais aussi les coordonnées curvilignes α, β, γ qui dépendent des coëfficients a, b, c.

4. La méthode de calcul qui vient d'être présentée pour résoudre le problème particulier où la relation (4) doit avoir lieu suppose que l'on connaît à priori la forme spéciale (5) des composantes de la vitesse, mais elle ne dépend pas essentiellement de cette circonstance et il est aisé de la généraliser.

Si on suppose connues en fonction de x, y, z les composantes p, q, r de la vitesse que j'appellerai les inconnues d'Euler, il faut encore intégrer les équations différentielles simultanées.

$$\frac{dx}{p}=\frac{dy}{q}=\frac{dz}{r}=dt \tag{31}$$

pour en déduire en fonction de leurs valeurs initiales et du temps t les fonctions x, y, z que je désigne sous le nom d'Inconnues de Lagrange. Cette intégration peut être effectuée de différentes manières et si l'on admet que pour un instant quelconque le temps puisse être considéré comme une constante, on aura d'après Lagrange (Mécanique analytique seconde partie, onzième section n° 9) — « pour exprimer la nature des différentes courbes dans lesquelles tout le fluide se meut à chaque instant, courbes qui changent incessamment de place et de forme, les équations

$$p\,dy=q\,dx \qquad p\,dz=r\,dx. \text{ »}$$

soient donc β, γ deux fonctions de x, y, z et t qui égalées chacune à une constante vérifient les deux premières équations (31); on aura

$$p\frac{d\beta}{dx}+q\frac{d\beta}{dy}+r\frac{d\beta}{dz}=o \qquad p\frac{d\gamma}{dx}+q\frac{d\gamma}{dy}+r\frac{d\gamma}{dz}=o$$

et on pourra donner à p, q, r des expressions de cette forme :

(32)
$$p=\left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}\right)\mathrm{E},\quad q=\left(\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}\right)\mathrm{E},\quad r=\left(\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy}-\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}\right)\mathrm{E}$$

Comme ces expressions doivent vérifier l'équation (2) d'incompressibilité du liquide, il vient :

(33)
$$\left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{d\mathrm{E}}{dx}+\left(\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{d\mathrm{E}}{dy}+\left(\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy}-\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{d\mathrm{E}}{dz}=o$$

en ayant égard à l'identité

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}\right)+\frac{d}{dy}\left(\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}\right)+\frac{d}{dz}\left(\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy}-\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}\right)=o$$

Or si on prend pour E une fonction arbitraire des trois variables α, β, γ et qu'on la substitue dans l'équation (33) cette équation se réduit à

$$\mathrm{D}.\ \frac{d\mathrm{E}}{d\alpha}=o$$

en désignant par D le déterminant fonctionnel des trois coordonnées α, β, γ. Si donc D n'est pas nul, c'est-à-dire si les trois fonctions α, β, γ sont indépendantes entre elles, on aura l'intégrale générale de l'équation (33) en prenant pour E une fonction arbitraire de β et de γ.

Dans le cas particulier des n^{os} précédents, il devra y avoir coïncidence; c'est ce dont il est aisé de s'assurer pour les coordonnées tri-orthogonales où l'on a:

$$\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}=\frac{\mathrm{BC}}{\mathrm{A}}\frac{d\alpha}{dx}\qquad \frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}=\frac{\mathrm{BC}}{\mathrm{A}}\frac{d\alpha}{dy}$$

$$\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy}-\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}=\frac{\mathrm{BC}}{\mathrm{A}}\frac{d\alpha}{dz}$$

en posant

$$(34)\qquad \frac{d\alpha_2}{dx}+\frac{d\alpha_2}{dy}+\frac{d\alpha_2}{dz}=\mathrm{A}^2\quad \frac{d\beta_2}{dx}+\frac{d\beta_2}{dy}+\frac{d\beta_2}{dz}=\mathrm{B}^2\quad \frac{d\gamma_2}{dx}+\frac{d\gamma_2}{dy}+\frac{d\gamma_2}{dz}=\mathrm{C}^2$$

puis par un raisonnement simple en ce qui concerne les coordonnées bi-orthogonales. Dans ce dernier cas, on a

$$(35)\qquad \frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}=\frac{\mathrm{BC}}{\mathrm{A}}\sin\theta\frac{d\alpha}{dx}\qquad \frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}=\frac{\mathrm{BC}}{\mathrm{A}}\sin\theta\frac{dy}{d\alpha}$$

$$\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy}-\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}=\frac{\mathrm{BC}}{\mathrm{A}}\sin\theta\frac{d\alpha}{dz}$$

et par suite

$$(36)\qquad \mathrm{D}=\Sigma\pm\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}=\mathrm{ABC}\sin\theta$$

Cette observation peut servir à justifier le procédé général dont il s'agit, d'intégration des équations différentielles de l'Hydrodynamique. On pourrait avoir des doutes sur sa légitimité parce qu'il repose sur une intégration incomplète des équations (31). Après cette première opération, il faut encore avoir égard à l'une de ces équations où entre la différentielle dt, par exemple à $\frac{dx}{p}=dt$, en éliminer y et z

au moyen des relations $\beta =$ const., $\gamma =$ const. et finalement intégrer l'équation différentielle à deux variables x *et* t qui en résulte. Lacroix dit expressément que pour intégrer des équations différentielles simultanées, on ne peut pas supposer constante dans l'une d'elles une variable qui n'y figure pas par sa différentielle (Calcul intégral 1798, n° 721). Mais cette assertion semble en désaccord avec le passage de la Mécanique analytique qui vient d'être cité et la méthode que j'ai déduite de ces quelques mots de Lagrange se justifie tout au moins dans un cas particulier, par son accord avec un résultat qui ne dépend pas de l'intégration des équations (31).

D'ailleurs, de quelque manière qu'aient été obtenues les formules (32), il est évident qu'il est aussi légitime d'en faire usage, que de poser avec Lagrange

$$p=\frac{d\alpha}{dz} \qquad q=\frac{d\beta}{dz} \qquad r=-\frac{d\alpha}{dx}-\frac{d\beta}{dy},$$

(Mécanique analytique, seconde partie, onzième section, n° 14), ou avec Helmholtz

$$p=\frac{dP}{dx}+\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz} \qquad q=\frac{dQ}{dx}+\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx} \qquad r=\frac{dR}{dy}+\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}$$

(sur les Tourbillons § 3). On peut observer à ce sujet qu'on peut remplacer dans les expressions (32) β, γ par des fonctions quelconques de ces variables, ce qui pourra, dans certaines circonstances, être utile pour atteindre le but du calcul.

5. Pour simplifier je pose :

$$(37) \quad \frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}=P, \quad \frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}=Q, \quad \frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy}-\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}=R$$

d'où il résulte

$$(38) \qquad p=PE \qquad q=QE \qquad r=RE$$

et pour les composantes de la rotation élémentaire :

$$2L=\frac{dr}{dy}-\frac{dq}{dz}=\left(\frac{dR}{dy}-\frac{dQ}{dz}\right)E+R\frac{dE}{dy}-Q\frac{dE}{dz}=\left(R\frac{d\beta}{dy}-Q\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{dE}{d\beta}+$$
$$\left(R\frac{d\gamma}{dy}-Q\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{dE}{d\gamma}+\left(\frac{dR}{dy}-\frac{dQ}{dz}\right)E.$$

$$(39) \quad 2M=\frac{dp}{dz}-\frac{dr}{dx}=\left(\frac{dP}{dz}-\frac{dR}{dx}\right)E+P\frac{dE}{dz}-R\frac{dE}{dx}=\left(P\frac{d\beta}{dz}-R\frac{d\beta}{dx}\right)\frac{dE}{d\beta}+$$

$$\left(P\frac{d\gamma}{dz}-R\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{dE}{d\gamma}+\left(\frac{dP}{dz}-\frac{dR}{dx}\right)E$$

$$2N=\frac{dq}{dx}-\frac{dp}{dy}=\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)E+Q\frac{dE}{dx}-P\frac{dE}{dy}=\left(Q\frac{d\beta}{dx}-P\frac{d\beta}{dy}\right)\frac{dE}{d\beta}+$$

$$\left(Q\frac{d\gamma}{dx}-P\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{dE}{d\gamma}+\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)E$$

si on fait la somme de ces trois égalités, après les avoir multipliées respectivement par p, q, r, il vient :

$$(40)\qquad 2Lp+2Mq+2Nr=2\Pi=\left[P\left(\frac{dR}{dy}-\frac{dQ}{dz}\right)+\right.$$

$$\left.Q\left(\frac{dP}{dz}-\frac{dR}{dx}\right)+R\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)\right]E^2$$

Par conséquent Π ne peut être nul que si l'équation aux différentielles totales

$$Pdx+Qdy+Rdz=o$$

est intégrable, c'est-à-dire si les courbes intersections des surfaces β, γ sont les trajectoires orthogonales d'une même surface α. C'est aussi une des conditions requises pour qu'il y ait un potentiel de vitesse, mais il faut en outre que les seconds membres des égalités (39) s'annulent en vertu de la valeur donnée à E.

On déduit encore des relations (39)

$$2\frac{d\beta}{dx}L+2\frac{d\beta}{dy}M+2\frac{d\beta}{dz}N-\left(P^2+Q^2+R^2\right)\frac{dE}{d\gamma}=\frac{d\beta}{dx}\left(\frac{dR}{dy}-\frac{dQ}{dz}\right)+$$

$$\frac{d\beta}{dy}\left(\frac{dP}{dz}-\frac{dR}{dx}\right)+\frac{d\beta}{dz}\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)E$$

$$(41)\qquad 2\frac{d\gamma}{dx}L+2\frac{d\gamma}{dy}M+2\frac{d\gamma}{dz}N+\left(P^2+Q^2+R^2\right)\frac{dE}{d\beta}=\frac{d\gamma}{dx}\left(\frac{dR}{dy}-\frac{dQ}{dz}\right)+$$

$$\frac{d\gamma}{dy}\left(\frac{dP}{dz}-\frac{dR}{dx}\right)+\frac{d\gamma}{dz}\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)E$$

et si l'on a

$$\frac{d\beta}{dx}L+\frac{d\beta}{dy}M+\frac{d\beta}{dz}N=0 \qquad \frac{d\gamma}{dx}L+\frac{d\gamma}{dy}M+\frac{d\gamma}{dz}N=0$$

c'est-à-dire si la rotation élémentaire a son axe dans la même direction que la vitesse instantanée du liquide dont les composantes sont p, q, r, il vient :

$$(P^2+Q^2+R^2)\frac{dE}{d\gamma}+\left(P\frac{dP}{d\gamma}+Q\frac{dQ}{d\gamma}+R\frac{dR}{d\gamma}\right)E=$$

$$\left(P_3\frac{dP}{d\alpha}+Q_3\frac{dQ}{d\alpha}+R_3\frac{dR}{d\alpha}\right)E$$

(42) $$(P^2+Q^2+R^2)\frac{dE}{d\beta}+\left(P\frac{dP}{d\beta}+Q\frac{dQ}{d\beta}+R\frac{dR}{d\beta}\right)E=$$

$$\left(P_2\frac{dP}{d\alpha}+Q_2\frac{dQ}{d\alpha}+R_2\frac{dR}{d\alpha}\right)E$$

en posant pour simplifier

(43)
$$\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dz}-\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dy}=P_2 \quad \frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dx}-\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dz}=Q_2 \quad \frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dy}-\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dx}=R_2$$
$$\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dz}-\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dy}=P_3 \quad \frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dx}-\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dz}=Q_3 \quad \frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dy}-\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dx}=R_3$$

Par suite on aura

(44) $$\log(E\sqrt{P^2+Q^2+R^2})=\int\frac{P_3\frac{dP}{d\alpha}+Q_3\frac{dQ}{d\alpha}+R_3\frac{dR}{d\alpha}}{P^2+Q^2+R^2}d\gamma+$$

$$\frac{P_2\frac{dP}{d\alpha}+Q_2\frac{dQ}{d\alpha}+R_2\frac{dR}{d\alpha}}{P^2+Q^2+R^2}d\beta+\frac{P\frac{dP}{d\alpha}+Q\frac{dQ}{d\alpha}+R\frac{dR}{d\alpha}}{P^2+Q^2+R^2}d\alpha$$

où il faut observer qu'après l'intégration, on devra trouver pour E une expression indépendante de α, et la difficulté du problème consiste à trouver pour α, β, γ des valeurs qui permettent d'effectuer le calcul indiqué au second membre de cette égalité.

Par suite des expressions (38), (39) et en ayant égard à l'identité

$$P\frac{dE}{dx}+Q\frac{dE}{dy}+R\frac{dE}{dz}=o$$

il vient

$$2Mr-2Nq=-(P^2+Q^2+R^2)E\frac{dE}{dx}+\left[R\left(\frac{dP}{dz}-\frac{dR}{dx}\right)-\right.$$
$$\left.Q\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)\right]E^2$$

(45) $$2Np-2Lr=-(P^2+Q^2+R^2)E\frac{dE}{dy}+\left[P\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)-\right.$$
$$\left.R\left(\frac{dR}{dy}-\frac{dQ}{dz}\right)\right]E^2$$

$$2Lq-2Mp=-(P^2+Q^2+R^2)E\frac{dE}{dz}+\left[Q\left(\frac{dR}{dy}-\frac{dQ}{dz}\right)-\right.$$

$$\left.P\left(\frac{dP}{dz}-\frac{dR}{dx}\right)\right]E^2$$

Pour que la quantité $\frac{dp}{dt}dx+\frac{dq}{dt}dy+\frac{dr}{dt}dz$ soit une différentielle exacte (voir le 2e *Vol. de l'Association Française*, année 1897. Congrès de Saint-Etienne) il faut qu'on ait les égalités :

$$-(P^2+Q^2+R^2)E\frac{dE}{dx}+\left[R\left(\frac{dP}{dz}-\frac{dR}{dx}\right)-Q\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)\right]E^2=\frac{d\chi}{dx}$$

$$(46)\qquad -(P^2+Q^2+R^2)E\frac{dE}{dy}+\left[P\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)-R\left(\frac{dR}{dy}-\frac{dQ}{dz}\right)\right]E^2=\frac{d\chi}{dy}$$

$$-(P^2+Q^2+R^2)E\frac{dE}{dz}+\left[P\left(\frac{dR}{dy}-\frac{dQ}{dz}\right)-P\left(\frac{Pd}{dz}-\frac{dR}{dx}\right)\right]E^2=\frac{d\chi}{dz}$$

Mais elles ne constituent en réalité que deux équations distinctes, car si on en fait la somme après les avoir multipliées respectivement par P, Q, R il en résulte

$$P\frac{dx}{dx}+Q\frac{dx}{dy}+R\frac{dx}{dz}=o$$

équation aux dérivées partielles à laquelle on satisfait généralement en prenant pour χ une fonction arbitraire de β, γ et du temps t.

Si l'on a $\frac{d\chi}{dx}=o$ $\frac{d\chi}{dy}=o$ $\frac{d\chi}{dz}=o$, c'est-à-dire dans le cas du problème dont il vient d'être question, il résulte des relations (46) les équations :

$$(P^2+Q^2+R^2)\frac{dE}{dx}=\left[R\left(\frac{dP}{dz}-\frac{dR}{dx}\right)-Q\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)\right]E$$

$$(47)\qquad (P^2+Q^2+R^2)\frac{dE}{dy}=\left[P\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)-R\left(\frac{dR}{dy}-\frac{dQ}{dz}\right)\right]E$$

$$(P^2+Q^2+R^2)\frac{dE}{dz}=\left[Q\left(\frac{R}{dy}-\frac{dQ}{dz}\right)-P\left(\frac{dP}{dz}-\frac{dR}{dx}\right)\right]E$$

et on en déduit pour la détermination de E

$$(48)\qquad \log\left(E\sqrt{P^2+Q^2+R^2}\right)=\int\frac{P\frac{dP}{dx}+Q\frac{dP}{dy}+R\frac{dP}{dz}}{P^2+Q^2+R^2}dx+$$

$$\frac{P\frac{dQ}{dx}+Q\frac{dQ}{dy}+R\frac{dQ}{dz}}{P^2+Q^2+R^2}dy+\frac{P\frac{dR}{dx}+Q\frac{dR}{dy}+R\frac{dR}{dz}}{P^2+Q^2+R^2}dz$$

relation que l'on peut aisément ramener à la formule (44).

Dans la 26e de ses leçons sur la Physique mathématique, Kirchhoff a traité plusieurs cas particuliers de la questien dont il s'agit, mais en se bornant à l'étude du mouvement permanent. Par suite de cette restriction les équations (1) se réduisent à

$$(49)\qquad -\frac{h}{\rho}\Delta^2 p=\frac{dk}{dx}\qquad -\frac{h}{\rho}\Delta^2 q=\frac{dk}{dy}\qquad -\frac{h}{\rho}\Delta^2 r=\frac{dk}{dz}$$

ou en vertu des relations connues:

$$(50)\qquad \Delta^2 p+2\left(\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz}\right)=o\qquad \Delta^2 q+2\left(\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx}\right)=o$$

$$\Delta^2 r+2\left(\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}\right)=o,$$

à

$$(51)\qquad \frac{2h}{\varsigma}\left(\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz}\right)=\frac{dk}{dx}\qquad \frac{2h}{\varsigma}\left(\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx}\right)=\frac{dk}{dy}\qquad \frac{2h}{\varsigma}\left(\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}\right)=\frac{dk}{dz}$$

et k doit être aussi bien que les fonctions L, M, N une fonction potentielle de x, y, z. Si on la suppose connue, on aura

$$(52)\qquad p=-\frac{\varsigma}{2h}xk+\omega_1\qquad q+-\frac{\varsigma}{2h}yk=\omega_2\qquad r=-\frac{\varsigma}{2h}zk+\omega_3$$

en prenant pour ω_1, ω_2, ω_3 trois fonctions potentielles assujetties à vérifier la condition

$$(53)\qquad \frac{d\omega_1}{dx}+\frac{d\omega_2}{dy}+\frac{d\omega_3}{dz}=\frac{\varsigma}{2h}\left(3k+x\frac{dk}{dx}+y\frac{dk}{dy}+z\frac{dk}{dz}\right).$$

Il vient ensuite pour les composantes de rotation

$$(54)\qquad 2L=-\frac{\varsigma}{2h}\left(z\frac{dk}{dy}-y\frac{dk}{dz}\right)+\frac{d\omega_3}{dy}-\frac{d\omega_2}{dz}$$

$$2M=-\frac{\varsigma}{2h}\left(x\frac{dk}{dz}-z\frac{dk}{dx}\right)+\frac{d\omega_1}{dz}-\frac{d\omega_3}{dx}\qquad 2N=-\left(y\frac{dk}{dx}-x\frac{dk}{dy}\right)+\frac{d\omega_2}{dx}-\frac{d\omega_1}{dy}$$

t pour intégrer dans ces conditions les équations (1), il y aura ncore à vérifier avec ces expressions des composantes de la vitesse ; de la rotation élémentaire les relations (45) si à l'exemple de Kirhoff, on ne les suppose pas négligeables comme étant infiniment etites par rapport à p, q, r.

6. Si aux relations (34), on joint les égalités :

(55)

$$\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dx}+\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dy}+\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dz}=BC\cos\theta_1,\quad \frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dy}+\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dz}=CA\cos\theta_2$$

$$\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dy}+\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dz}=AB\cos\theta_3,$$

on aura les formules fondamentales du système des coordonnées curvilignes α, β, γ.

Il en résulte les égalités :

(56)

$$\frac{d\alpha}{dx}=A^2\frac{dx}{d\alpha}+AB\cos\theta_3\frac{dx}{d\beta}+AC\cos\theta_2\frac{dx}{d\gamma}$$

$$\frac{d\beta}{dx}=AB\cos\theta_3\frac{dx}{d\alpha}+B^2\frac{dx}{d\beta}+BC\cos\theta_1\frac{dx}{d\gamma}$$

$$\frac{d\gamma}{dx}=AC\cos\theta_2\frac{dx}{d\alpha}+BC\cos\theta_1\frac{dx}{d\beta}+C^2\frac{dx}{d\gamma}$$

et

(57)

$$\sin^2\nu\frac{dx}{d\alpha}=\frac{\sin^2\theta_1}{A^2}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3}{AB}\frac{d\beta}{dx}+\frac{\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2}{CA}\frac{d\gamma}{dx}$$

$$\sin^2\nu\frac{dx}{d\beta}=\frac{\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3}{AB}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{\sin^2\theta_2}{B^2}\frac{d\beta}{dx}+\frac{\cos\theta_2\cos\theta_3-\cos\theta_1}{BC}\frac{d\gamma}{dx}$$

$$\sin^2\nu\frac{dx}{d\gamma}=\frac{\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2}{CA}\frac{d\alpha}{dx}+\frac{\cos\theta_2\cos\theta_3-\cos\theta_1}{BC}\frac{d\beta}{dx}+\frac{\sin^2\theta_3}{C^2}\frac{d\gamma}{dx}$$

en posant pour simplifier

(58) $$\sin^2\nu=1-\cos^2\theta_1-\cos^2\theta_2-\cos^2\theta_3+2\cos\theta_1\cos\theta_2\cos\theta_3$$

Pour compléter ces formules, il faudrait y ajouter celles qu'on en déduit en y remplaçant successivement la coordonnée x d'abord par y puis par z sans modifier les coefficients des dérivées partielles. D'après cela il vient

(59) $$\frac{dx_2}{d\alpha}+\frac{dy_2}{d\alpha}+\frac{dz_2}{d\sigma}=\frac{\sin^2\theta_1}{A^2\sin^2\nu}\qquad \frac{dx_2}{d\beta}+\frac{dy_2}{d\beta}+\frac{dz_2}{d\beta}=\frac{\sin^2\theta_2}{B^2\sin^2\nu}$$

$$\frac{dx_2}{d\gamma}+\frac{dy_2}{d\gamma}+\frac{dz_2}{d\gamma}=\frac{\sin^2\theta_3}{C^2\sin^2\nu}$$

et

(60)

$$\frac{dx\,dx}{d\beta\,d\gamma}+\frac{dy\,dy}{d\beta\,d\gamma}+\frac{dz\,dz}{d\beta\,d\gamma}=\frac{-\cos\theta_1+\cos\theta_2\cos\theta_3}{BC\sin^2\nu},\ \frac{dx\,dx}{d\gamma\,d\alpha}+\frac{dy\,dy}{d\gamma\,d\alpha}+\frac{dz\,dz}{d\gamma\,d\alpha}=$$

$$\frac{-\cos\theta_2+\cos\theta_3\cos\theta_1}{CA\sin^2\nu},\quad \frac{dx\,dx}{d\alpha\,d\beta}+\frac{dy\,dy}{d\alpha\,d\beta}+\frac{dz\,dz}{d\alpha\,d\beta}=\frac{-\cos\theta_3+\cos\theta_1\cos\theta_2}{AB\sin^2\nu}$$

auxquelles on peut ajouter les égalités

$$\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dy}=P=B^2C^2\sin^2\theta_1\left(\frac{dy}{d\beta}\frac{dz}{d\gamma}-\frac{dy}{d\gamma}\frac{dz}{d\beta}\right)$$
$$+ABC^2(\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3)\left(\frac{dy}{d\gamma}\frac{dz}{d\alpha}-\frac{dy}{d\alpha}\frac{dz}{d\gamma}\right)$$
$$+AB^2C(\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2)\left(\frac{dy}{d\alpha}\frac{dz}{d\beta}-\frac{dy}{d\beta}\frac{dz}{d\alpha}\right).$$

(61)
$$\frac{d\beta}{dz}\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dz}=Q=B^2C^2\sin^2\theta_1\left(\frac{dz}{d\beta}\frac{dx}{d\gamma}-\frac{dz}{d\gamma}\frac{dx}{d\beta}\right)$$
$$+ABC^2(\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3)\left(\frac{dz}{d\gamma}\frac{dx}{d\alpha}-\frac{dz}{d\alpha}\frac{dx}{d\gamma}\right)$$
$$+AB^2C(\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2)\left(\frac{dz}{d\alpha}\frac{dx}{d\beta}-\frac{dz}{d\beta}\frac{dx}{d\alpha}\right)$$
$$\frac{d\beta}{dx}\frac{d\gamma}{dy}-\frac{d\beta}{dy}\frac{d\gamma}{dx}=R=B^2C^2\sin^2\theta_1\left(\frac{dx}{d\beta}\frac{dy}{d\gamma}-\frac{dx}{d\gamma}\frac{dy}{d\beta}\right)$$
$$+ABC^2(\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3)\left(\frac{dx}{d\gamma}\frac{dy}{d\alpha}-\frac{dx}{d\alpha}\frac{dy}{d\gamma}\right)$$
$$+AB^2C(\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2)\left(\frac{dx}{d\alpha}\frac{dy}{d\beta}-\frac{dx}{d\beta}\frac{dy}{d\alpha}\right)$$

et

$$\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dz}-\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dy}=P_2=C^2A^2\sin^2\theta_2\left(\frac{dy}{d\gamma}\frac{dz}{d\alpha}-\frac{dy}{d\alpha}\frac{dz}{d\gamma}\right)$$
$$+BCA^2(\cos\theta_2\cos\theta_3-\cos\theta_1)\left(\frac{dy}{d\alpha}\frac{dz}{d\beta}-\frac{dy}{d\beta}\frac{dz}{d\alpha}\right)$$
$$+BC^2A(\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3)\left(\frac{dy}{d\beta}\frac{dz}{d\gamma}-\frac{dy}{d\gamma}\frac{dz}{d\beta}\right)$$

(62)
$$\frac{d\gamma}{dz}\frac{d\alpha}{dx}-\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dz}=Q_2=C^2A^2\sin^2\theta_2\left(\frac{dz}{d\gamma}\frac{dx}{d\alpha}-\frac{dz}{d\alpha}\frac{dx}{d\gamma}\right)$$
$$+BCA^2(\cos\theta_2\cos\theta_3-\cos\theta_1)\left(\frac{dz}{d\alpha}\frac{dx}{d\beta}-\frac{dz}{d\beta}\frac{dx}{d\alpha}\right)$$
$$+BC^2A(\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3)\left(\frac{dz}{d\beta}\frac{dx}{d\gamma}-\frac{dz}{d\gamma}\frac{dx}{d\beta}\right)$$
$$\frac{d\gamma}{dx}\frac{d\alpha}{dy}-\frac{d\gamma}{dy}\frac{d\alpha}{dz}=R_2=C^2A^2\sin^2\theta_2\left(\frac{dx}{d\gamma}\frac{dy}{d\alpha}-\frac{dx}{d\alpha}\frac{dy}{d\gamma}\right)$$
$$+BCA^2(\cos\theta_2\cos\theta_3-\cos\theta_1)\left(\frac{dx}{d\alpha}\frac{dy}{d\beta}-\frac{dx}{d\beta}\frac{dy}{d\alpha}\right)$$
$$+BC^2A(\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3)\left(\frac{dx}{d\beta}\frac{dy}{d\gamma}-\frac{dx}{d\gamma}\frac{dy}{d\beta}\right),$$

enfin

$$\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dz}-\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dy}=P_3=A^2B^2\sin^2\theta_3\left(\frac{dy}{d\alpha}\frac{dz}{d\beta}-\frac{dy}{d\beta}\frac{dz}{d\alpha}\right)$$

$$+CAB^2(\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2)\left(\frac{dy}{d\beta}\frac{dz}{d\gamma}-\frac{dy}{d\gamma}\frac{dz}{d\beta}\right)$$

$$+CA^2B(\cos\theta_2\cos\theta_3-\cos\theta_1)\left(\frac{dy}{d\gamma}\frac{dz}{d\alpha}-\frac{dy}{d\alpha}\frac{dz}{d\gamma}\right)$$

(63)
$$\frac{d\alpha}{dz}\frac{d\beta}{dx}-\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dz}=Q_3=A^2B^2\sin^2\theta_3\left(\frac{dz}{d\alpha}\frac{dx}{d\beta}-\frac{dz}{d\beta}\frac{dx}{d\alpha}\right)$$

$$+CAB^2(\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2)\left(\frac{dz}{d\beta}\frac{dx}{d\gamma}-\frac{dz}{d\gamma}\frac{dx}{d\beta}\right)$$

$$+CA^2B(\cos\theta_2\cos\theta_3-\cos\theta_1)\left(\frac{dz}{d\gamma}\frac{dx}{d\alpha}-\frac{dz}{d\alpha}\frac{dx}{d\gamma}\right)$$

$$\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dy}-\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dx}=R_3=A^2B^2\sin^2\theta_3\left(\frac{dx}{d\alpha}\frac{dy}{d\beta}-\frac{dx}{d\beta}\frac{dy}{d\alpha}\right)$$

$$+CAB^2(\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2)\left(\frac{dx}{d\beta}\frac{dy}{d\gamma}-\frac{dx}{d\gamma}\frac{dy}{d\beta}\right)$$

$$+CA^2B(\cos\theta_2\cos\theta_3-\cos\theta_1)\left(\frac{dx}{d\gamma}\frac{dy}{d\alpha}-\frac{dx}{d\alpha}\frac{dy}{d\gamma}\right)$$

Ces formules sont utiles pour exprimer les fonctions symétriques des dérivées partielles des coordonnées curvilignes α, β, γ au moyen des six paramètres supposés connus, A, B, C, θ_1, θ_2, θ_3.

Pour en faire usage, j'observe qu'on peut substituer aux expressions (39) les suivantes

$$2L=\left(BC\cos\theta_1\frac{d\beta}{dx}-B^2\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{dE}{d\beta}+\left(C^2\frac{d\beta}{dx}-BC\cos\theta_1\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{dE}{d\gamma}$$
$$+\left(\frac{dR}{d\gamma}-\frac{dQ}{dz}\right)E$$

(64)
$$2M=\left(BC\cos\theta_1\frac{d\beta}{dy}-B^2\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{dE}{d\beta}+\left(C^2\frac{d\beta}{dy}-BC\cos\theta_1\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{dE}{d\gamma}$$
$$+\left(\frac{dP}{dy}-\frac{dR}{dx}\right)E$$

$$2N=\left(BC\cos\theta_1\frac{d\beta}{dz}-B^2\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{dE}{d\beta}+\left(C^2\frac{d\beta}{dz}-BC\cos\theta_1\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{dE}{d\gamma}$$
$$+\left(\frac{dQ}{dx}-\frac{dP}{dy}\right)E$$

Par suite il vient :

$$
(65)\quad
\begin{aligned}
&2\frac{d\beta}{dx}L+2\frac{d\beta}{dy}M+2\frac{d\beta}{dz}N=(B^2C^2-B^2C^2\cos^2\theta_1)\frac{dE}{d\gamma}+\\
&\left[P\frac{dP}{d\gamma}+Q\frac{dQ}{d\gamma}+R\frac{dR}{d\gamma}-P_3\frac{dP}{d\alpha}-Q_3\frac{dQ}{d\alpha}-R_3\frac{dR}{d\alpha}\right]E\\
&2\frac{d\gamma}{dx}L+2\frac{d\gamma}{dy}M+2\frac{d\gamma}{dz}N=(B^2C^2\cos^2\theta_1-B^2C^2)\frac{dE}{d\beta}+\\
&\left[P_2\frac{dP}{d\alpha}+Q_2\frac{dQ}{d\alpha}+R_2\frac{dR}{d\alpha}-P\frac{dP}{d\beta}-Q\frac{dQ}{d\beta}-R\frac{dR}{d\beta}\right]E
\end{aligned}
$$

et si l'axe de la rotation élémentaire coïncide avec la direction de la vitesse

$$
(66)\quad
\begin{aligned}
&B^2C^2\sin^2\theta_1\frac{dE}{d\gamma}+\left(P\frac{dP}{d\gamma}+Q\frac{dQ}{d\gamma}+R\frac{dR}{d\gamma}\right)E=\left(P_3\frac{dP}{d\alpha}+Q_3\frac{dQ}{d\alpha}+R_3\frac{dR}{d\alpha}\right)E\\
&B^2C^2\sin^2\theta_1\frac{dE}{d\beta}+\left(P\frac{dP}{d\beta}+Q\frac{dQ}{d\beta}+R\frac{dR}{d\beta}\right)E=\left(P_2\frac{dP}{d\alpha}+Q_2\frac{dQ}{d\alpha}+R_2\frac{dR}{d\alpha}\right)E
\end{aligned}
$$

si on compare ces égalités aux égalités (42) il en résulte

$$
(67)\quad P^2+Q^2+R^2=B^2C^2\sin^2\theta_1 \qquad E\sqrt{P^2+Q^2+R^2}=V=EBC\sin\theta_1
$$

en désignant par V la vitesse du liquide au point x, y, z et au temps t.

7. De cette dernière relation (67) il résulte

$$
P\frac{dP}{d\beta}+Q\frac{dQ}{d\beta}+R\frac{dR}{d\beta}=BC\sin\theta_1\frac{d}{d\beta}(BC\sin\theta_1)
$$

$$
P\frac{dP}{d\gamma}+Q\frac{dQ}{d\gamma}+R\frac{dR}{d\gamma}=BC\sin\theta_1\frac{d}{d\gamma}(BC\sin\theta_1)
$$

et pour transformer les seconds membres des équations (66) on a

$$
(68)\quad
\begin{aligned}
\frac{dP}{d\alpha}&=\frac{d^2\beta}{dyd\alpha}\frac{d\gamma}{dz}-\frac{d^2\beta}{dzd\alpha}\frac{d\gamma}{dy}+\frac{d^2\gamma}{dzd\alpha}\frac{d\beta}{dy}-\frac{d^2\gamma}{dyd\alpha}\frac{d\beta}{dz}\\
\frac{dQ}{d\alpha}&=\frac{d^2\beta}{dzd\alpha}\frac{d\gamma}{dx}-\frac{d^2\beta}{dxd\alpha}\frac{d\gamma}{dz}+\frac{d^2\gamma}{dxd\alpha}\frac{d\beta}{dz}-\frac{d^2\gamma}{dzd\alpha}\frac{d\beta}{dx}\\
\frac{dR}{d\alpha}&+\frac{d^2\beta}{dxd\alpha}\frac{d\gamma}{dy}-\frac{d^2\beta}{dyd\alpha}\frac{d\gamma}{dx}+\frac{d^2\gamma}{dyd\alpha}\frac{d\beta}{dx}-\frac{d^2\gamma}{dxd\alpha}\frac{d\beta}{dy}
\end{aligned}
$$

Par suite il vient

(69)

$$P_2\frac{dP}{d\alpha}+Q_2\frac{dQ}{d\alpha}+R_2\frac{dR}{d\alpha}=\left(CA\cos\theta_1\frac{d\gamma}{dx}-C^2\frac{d\alpha}{dx}\right)\frac{d^2\beta}{dx\,d\alpha}+$$

$$\left(CA\cos\theta_2\frac{d\gamma}{dy}-C^2\frac{d\alpha}{dy}\right)\frac{d^2\beta}{dy\,d\alpha}+\left(CA\cos\theta_2\frac{d\gamma}{dz}-C^2\frac{d\alpha}{dz}\right)\frac{d^2\beta}{dz\,d\alpha}+$$

$$\left(BC\cos\theta_1\frac{d\alpha}{dx}-AB\cos\theta_3\frac{d\gamma}{dx}\right)\frac{d^2\gamma}{dx\,d\alpha}+\left(BC\cos\theta_1\frac{d\alpha}{dy}-AB\cos\theta_3\frac{d\gamma}{dy}\right)\frac{d^2\gamma}{dy\,d\alpha}$$

$$+\left(BC\cos\theta_1\frac{d\alpha}{dz}-AB\cos\theta_2\frac{d\gamma}{dz}\right)\frac{d^2\gamma}{dz\,d\alpha}$$

$$P_3\frac{dP}{d\alpha}+Q_3\frac{dQ}{d\alpha}+R_3\frac{dR}{d\alpha}=\left(BC\cos\theta_1\frac{d\alpha}{dx}-CA\cos\theta_2\frac{d\beta}{dx}\right)\frac{d^2\beta}{dx\,d\alpha}+$$

$$\left(BC\cos\theta_1\frac{d\alpha}{dy}-CA\cos\theta_2\frac{d\beta}{dy}\right)\frac{d^2\beta}{dy\,d\alpha}+\left(BC\cos\theta_1\frac{d\alpha}{dz}-CA\cos\theta_2\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{d^2\beta}{dz\,d\alpha}+$$

$$\left(AB\cos\theta_3\frac{d\beta}{dx}-B^2\frac{d\alpha}{dx}\right)\frac{d^2\gamma}{dx\,d\alpha}+\left(AB\cos\theta_3\frac{d\beta}{dy}-B^2\frac{d\alpha}{dy}\right)\frac{d^2\gamma}{dy\,d\alpha}+$$

$$\left(AB\cos\theta_3\frac{d\beta}{dz}-B^2\frac{d\alpha}{dz}\right)\frac{d^2\gamma}{dz\,d\alpha}$$

Or on a

$$CA\cos\theta_2\frac{d\gamma}{dx}-C^2\frac{d\alpha}{dx}=\left(C^2A^2\cos^2\theta_2-C^2A^2\right)\frac{dx}{d\alpha}+$$

$$ABC^2\left(\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3\right)\frac{dx}{d\beta}$$

$$BC\cos\theta_1\frac{d\alpha}{dx}-AB\cos\theta_3\frac{d\gamma}{dx}=A^2BC\left(\cos\theta_1-\cos\theta_2\cos\theta_3\right)\frac{dx}{d\alpha}+$$

$$ABC^2\left(\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3\right)\frac{dx}{d\gamma}$$

et

$$BC\cos\theta_1\frac{d\alpha}{dx}-CA\cos\theta_2\frac{d\beta}{dx}=A^2BC\left(\cos\theta_1-\cos\theta_2\cos\theta_3\right)\frac{dx}{d\alpha}+$$

$$AB^2C\left(\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2\right)\frac{dx}{d\beta}$$

$$AB\cos\theta_3\frac{d\beta}{dx}-B^2\frac{d\alpha}{dx}=\left(A^2B^2\cos^2\theta_3-A^2B^2\right)\frac{dx}{d\alpha}+$$

$$AB^2C\left(\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2\right)\frac{dx}{d\gamma}$$

puis

$$\frac{d^2\beta}{dx\,d\alpha}=\frac{d}{d\alpha}\left(AB\cos\theta_3\right)\frac{dx}{d\alpha}+2B\frac{dB}{d\alpha}\frac{dx}{d\beta}+\frac{d}{d\alpha}\left(BC\cos\theta_1\right)\frac{dx}{d\gamma}+$$

$$AB\cos\theta_3\frac{d^2x}{d\alpha^2}+B^2\frac{d^2x}{d\alpha\,d\beta}+BC\cos\theta_1\frac{d^2x}{d\gamma\,d\alpha}$$

$$\frac{d^2\gamma}{dx\,d\alpha}=\frac{d}{d\alpha}\left(CA\cos\theta_2\right)\frac{dx}{d\alpha}+\frac{d}{d\alpha}\left(BC\cos\theta_1\right)\frac{dx}{d\beta}+2C\frac{dC}{d\alpha}\frac{dx}{d\gamma}+$$

$$CA\cos\theta_2\frac{d^2x}{d\alpha^2}+BC\cos\theta_1\frac{d^2x}{d\alpha\,d\beta}+C^2\frac{d^2x}{d\gamma\,d\alpha}$$

et en faisant usage des relations (59) et (60) auxquelles il faut ajouter les suivantes:

$$\Sigma\frac{dx}{d\alpha}\frac{d^2x}{d\alpha}=\frac{\sin\theta_1}{A\sin\nu}\frac{d}{d\alpha}\left(\frac{\sin\theta_1}{A\sin\nu}\right),\qquad \Sigma\frac{dx}{d\alpha}\frac{d^2x}{d\alpha\,d\beta}=\frac{\sin\theta_1}{A\sin\nu}\frac{d}{d\beta}\left(\frac{\sin\theta_1}{A\sin\nu}\right),$$

$$\Sigma\frac{dx}{d\alpha}\frac{d^2x}{d\gamma\,d\alpha}=\frac{\sin\theta_1}{A\sin\nu}\frac{d}{d\gamma}\left(\frac{\sin\theta_1}{A\sin\nu}\right)$$

$$\Sigma\frac{d}{d\alpha}\left(\frac{dx}{d\alpha}\frac{dx}{d\beta}\right)=\frac{d}{d\alpha}\quad\frac{\cos\theta_3-\cos\theta_1\cos\theta_2}{AB\sin^2\nu},$$

$$\Sigma\frac{d}{d\alpha}\left(\frac{dx}{d\beta}\frac{dx}{d\gamma}\right)=\frac{d}{d\alpha}\quad\frac{\cos\theta_1-\cos\theta_2\cos\theta_3}{RC\sin^2\nu},$$

$$\Sigma\frac{d}{d\alpha}\left(\frac{dx}{d\gamma}\frac{dx}{d\alpha}\right)=\frac{d}{d\alpha}\quad\frac{\cos\theta_2-\cos\theta\cos_3\theta_1}{CA\sin^2\nu}$$

$$\Sigma\frac{dx}{d\beta}\frac{d^2x}{d\alpha\,d\beta}=\frac{\sin\theta_2}{B\sin\nu}\frac{d}{d\alpha}\left(\frac{\sin\theta_2}{B\sin\nu}\right),\qquad \Sigma\frac{dx}{d\gamma}\frac{d^2x}{d\gamma\,d\alpha}=\frac{\sin\theta_3}{C\sin\nu}\frac{d}{d\alpha}\left(\frac{\sin\theta_3}{C\sin\nu}\right),$$

on arrivera facilement à exprimer les premiers membres des égalités (69) en fonction des seules quantités A, B, C, θ_1, θ_2, θ_3.

Je ne donnerai pas ici ces résultats dont la forme est assez complexe et je me borne à observer que si l'on désigne par s_1, s_2, s_3 respectivement les arcs des courbes dues à l'intersection des surfaces β, γ; γ, α; α, β, on aura en vertu des relations (67)

$$(70)\qquad \begin{array}{lll} P=BC\sin\theta_1\dfrac{dx}{ds_1} & Q=BC\sin\theta_1\dfrac{dy}{ds_1} & R=BC\sin\theta_1\dfrac{dz}{ds_1} \\[2ex] P_2=CA\sin\theta_2\dfrac{dx}{ds_2} & Q_2=CA\sin\theta_2\dfrac{dy}{ds_2} & R_2=CA\sin\theta_2\dfrac{dz}{ds_2} \\[2ex] P_3=AB\sin\theta_3\dfrac{dx}{ds_3} & Q_3=AB\sin\theta_3\dfrac{dy}{ds_3} & R_3=AB\sin\theta_3\dfrac{dz}{ds_3} \end{array}$$

d'où il résulte

$$PP_2+QQ_2+RR_2=ABC^2\sin\theta_1\sin\theta_2\left(\frac{dx}{ds_1}\frac{dx}{ds_2}+\frac{dy}{ds_1}\frac{dy}{ds_2}+\frac{dz}{ds_1}\frac{dz}{ds_2}\right)$$

$$P_3P+Q_3Q+R_3R=AB^2C\sin\theta_3\sin\theta_1\left(\frac{dx}{ds_3}\frac{dx}{ds_1}+\frac{dy}{ds_3}\frac{dy}{ds_1}+\frac{dz}{ds_3}\frac{dz}{ds_1}\right)$$

où l'on a

$$\frac{dx}{ds_1}\frac{dx}{ds_2}+\frac{dy}{ds_1}\frac{dy}{ds_2}+\frac{dz}{ds_1}\frac{dz}{ds_2}=\cos(t_1,t_2)$$

$$\frac{dx}{ds_3}\frac{dx}{ds_1}+\frac{dy}{ds_3}\frac{dy}{ds_1}+\frac{dz}{ds_3}\frac{dz}{ds_1}=\cos(t_3,t_1)$$

en désignant par t_1, t_2, t_3 respectivement les tangentes aux arcs s_1, s_2, s_3. Ainsi il sera toujours possible d'obtenir sous une forme relativement simple la relation (44) et on obtiendra une solution particulière du problème dont il s'agit si l'intégration du second membre peut être effectuée. C'est ce qui aura lieu, par exemple, si l'on a

$$(71)\qquad \begin{aligned} P_3\frac{dP}{d\alpha}+Q_3\frac{dQ}{d\alpha}+R_3\frac{dR}{d\alpha}&=P\frac{dP}{d\gamma}+Q\frac{dQ}{d\gamma}+R\frac{dR}{d\gamma}\\ P_2\frac{dP}{d\alpha}+Q^2\frac{dQ}{d\alpha}+R_2\frac{dR}{d\alpha}&=P\frac{dP}{d\beta}+Q\frac{dQ}{d\beta}+R\frac{dR}{d\gamma}\end{aligned}$$

auquel cas E devra se réduire à une fonction de t. Mais alors il vient en vertu des égalités (47)

$$P\frac{dP}{dx}+Q\frac{dQ}{dx}+R\frac{dR}{dx}=P\frac{dP}{dx}+Q\frac{dP}{dy}+R\frac{dP}{dz};$$

$$P\frac{dP}{dy}+Q\frac{dQ}{dy}+R\frac{dR}{dy}=P\frac{dQ}{dx}+Q\frac{dQ}{dy}+R\frac{dQ}{dz}$$

$$P\frac{dP}{dz}+Q\frac{dQ}{dz}+R\frac{dR}{dz}=P\frac{dR}{dx}+Q\frac{dR}{dy}+R\frac{dR}{dz}$$

relations auxquelles on satisfait d'une manière particulière en posant

$$L=o \qquad M=o \qquad N=o$$

Ainsi le cas où il y a un potentiel de vitesse peut être considéré comme dépendant du problème actuel, de même qu'il dépend aussi du problème traité aux n°s 1 et 2.

Si on joint aux deux égalités (65) la relation (40) qui peut être mise sous la forme

$$
\begin{aligned}
2\Pi = \Big\{ & \left(AB\cos\theta_3\frac{d\gamma}{dx} - CA\cos\theta_2\frac{d\beta}{dx}\right)\frac{dP}{d\alpha} + \left(B^2\frac{d\gamma}{dx} - BC\cos\theta_1\frac{d\beta}{dx}\right)\frac{dP}{d\beta} + \\
& \left(BC\cos\theta_1\frac{d\gamma}{dx} - C^2\frac{d\beta}{dx}\right)\frac{dP}{d\beta} \\
(72) \quad & + \left(AB\cos\theta_3\frac{d\gamma}{dy} - CA\cos\theta_2\frac{d\beta}{dy}\right)\frac{dQ}{d\alpha} + \left(B^2\frac{d\gamma}{dy} - BC\cos\theta_1\frac{d\beta}{dy}\right)\frac{dQ}{d\beta} + \\
& \left(BC\cos\theta_1\frac{d\gamma}{dy} - C^2\frac{d\beta}{dy}\right)\frac{dQ}{d\gamma} \\
& + \left(AB\cos\theta_3\frac{d\gamma}{dz} - CA\cos\theta_2\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{dR}{d\alpha} + \left(B^2\frac{d\gamma}{dz} - BC\cos\theta_1\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{dR}{d\beta} + \\
& \left(BC\cos\theta_1\frac{d\gamma}{dz} - C^2\frac{d\beta}{dz}\right)\frac{dR}{d\gamma}\Big\} E^2
\end{aligned}
$$

On aura pour déterminer E trois équations que l'on pourra substituer aux relations (39) à qui elles sont exactement équivalentes et par suite on pourra se poser sous cette forme tous les problèmes pour lesquels on connaîtrait les expressions de Π et des quantités $\frac{d\beta}{dx}L + \frac{d\beta}{dy}M + \frac{d\beta}{dz}N$, $\frac{d\gamma}{dx}L + \frac{d\gamma}{dy}M + \frac{d\gamma}{dz}N$. Il y aurait donc un grand intérêt à donner à ces grandeurs une signification concrète, qui permit de les déterminer par l'expérience et de les faire entrer comme données dans le calcul. Mais pour savoir si cette substitution de données nouvelles aux données L, M, N de Helmholtz, manifestement impropre a faciliter l'intégration des équations générales de l'Hydrodynamique, serait avantageuse, il faudrait d'abord résoudre plusieurs cas des problèmes particuliers qui dépendent des deux questions traitées dans les n^{os} précédents. Je regrette que le temps et l'espace me fassent défaut pour entrer dans cette voie.

8. Les calculs qui précèdent reposent sur la possibilité d'intégrer les équations différentielles simultanées (31) d'une manière particulière suggérée par la considération des filets liquides instantanés, suivant lesquels se dispose par un arrangement incessament variable, ı masse fluide en mouvement. Pour en compléter l'exposition, il onvient d'envisager cette intégration sous un point de vue plus gééral. Dans son célèbre mémoire *sur un problème de l'Hydrodynanique*, Lejeune Dirichlet, après avoir donné quelques explications ır la découverte des principes fondamentaux du mouvement des quides continue en ces termes — « J'avoue que la préférence attri-

buée par Lagrange aux équations d'Euler ne me parait nullement fondée, car les siennes ont une propriété dont sont privées celles-là et qui fait plus que compenser leur plus grande simplicité de forme. Cette propriété que Lagrange semble avoir entièrement méconnue, résulte de ce que les coordonnées x, y, z ne sont pas des variables indépendantes au sens propre du mot; parce que l'étendue où on les considère est celle de l'espace occupé par la masse mobile et par suite est déterminée par la totalité du mouvement antérieur. Cette circonstance permet de se rendre compte des difficultés que doit entraîner à sa suite l'application aux problèmes particuliers, des équations d'Euler. On sait maintenant, ce qui n'était certainement pas connu à l'époque où parut la Mécanique analytique, quel élément essentiel pour la détermination des fonctions à plusieurs variables, qui sont définies par des équations aux dérivées partielles et d'autres conditions spéciales au sujet proposé, fournit le contour du domaine où ces variables se maintiennent. » — Mais il est facile de se rendre compte que cette opinion de l'illustre Géomètre, si spécieuse qu'elle soit n'est qu'une conséquence douteuse du point de vue restreint sous lequel il envisageait la Méthode d'Euler. Les équations simultanées (31) ne peuvent pas être distraites des équations (1) et grâce à ce complément indispensable sur la nécessité duquel a insisté Lagrange, il n'y a pas de différence essentielle entre les deux méthodes. On a lieu seulement de s'étonner que Lagrange, à qui on doit d'avoir reconnu l'identité du problème de l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre et linéaires avec celui de l'intégration des équations différentielles simultanées du premier ordre, n'ait pas songé à faire usage de cette importante proposition dans le sujet qui nous occupe.

Les équations différentielles (31) peuvent, comme on le sait, être intégrées en posant $\xi = c$, $\eta = c'$, $\zeta = c''$ où ξ, η, ζ désignent trois fonctions de x, y, z et t sans constantes arbitraires. Par suite et à raison de la proposition que je viens de rappeler, on doit avoir

$$(73)\quad p\frac{d\xi}{dx}+q\frac{d\xi}{dy}+r\frac{d\xi}{dz}+\frac{d\xi}{dt}=o \qquad p\frac{d\eta}{dx}+q\frac{d\eta}{dy}+r\frac{d\eta}{dz}+\frac{d\eta}{dt}=o$$

$$p\frac{d\zeta}{dx}+q\frac{d\zeta}{dy}+r\frac{d\zeta}{dz}+\frac{d\zeta}{dt}=o$$

Si donc on désigne par P le déterminant fonctionel de ξ, η, ζ et que pour simplifier on pose

$$(74)\qquad -\frac{\frac{d\xi}{dt}}{D}=E_1 \qquad -\frac{\frac{d\eta}{dt}}{D}=E_2 \qquad -\frac{\frac{d\zeta}{dt}}{D}=E_3,$$

on aura en résolvant par rapport à p, q, r, les équations linéaires (73)

$$(75)\qquad p = P_1E_1 + P_2E_2 + P_3E_3 \qquad q = Q_1E_1 + Q_2E_2 + Q_3E_3$$
$$r = R_1E_1 + R_2E_2 + R_3E_3$$

où les expressions de P_1, P_2, P_3, A_1, σ ne diffèrent des expressions correspondantes (37) et (43, que par la substitution de ξ, η, ζ, aux variables α, β, γ, si d'ailleurs on a égard aux identités que doivent vérifier les quantités P, Q, R, on reconnaît que pour satisfaire à l'équation (2) d'incompressibilité du liquide, il faut qu'on ait.

$$(76)\qquad D\left(\frac{dE_1}{d\xi} + \frac{dE_2}{d\eta} + \frac{dE_3}{d\zeta}\right) = o$$

On peut compléter ce résultat en faisant usage des principes employés par Jacobi pour établir la théorie du dernier multiplicateur (13e leçon sur la Dynamique n° 5). Soient les équations différentielles

$$(77)\qquad \begin{aligned} &\frac{df}{dx}dx + \frac{df}{dy}dy + \frac{df}{dz}dz + \frac{df}{dt}dt = o \\ &\frac{d\xi}{dx}dx + \frac{d\xi}{dy}dy + \frac{d\xi}{dy}dz + \frac{d\xi}{dt}dt = o \\ &\frac{d\eta}{dx}dx + \frac{d\eta}{dy}dy + \frac{d\eta}{dz}dz + \frac{d\eta}{dt}dt = o \\ &\frac{d\zeta}{dx}dx + \frac{d\zeta}{dy}dy + \frac{d\zeta}{dz}dz + \frac{d\zeta}{dt}dt = o \end{aligned}$$

ou f désigne une fonction arbitraire de x, y, z, t. Si considérant le déterminant fonctionnel R de f, ξ, η, ζ, on pose

$$A_1 = \frac{dR}{d\frac{df}{dx}} \qquad A_2 = \frac{dR}{d\frac{df}{dy}} \qquad A_3 = \frac{dR}{d\frac{df}{dz}} \qquad -D = \frac{dR}{d\frac{df}{dt}}$$

On aura d'abord

$$-Dp = A_1 \qquad -Dq = A_2 \qquad -Dr = A_3$$

relations identiques aux expressions (75). Mais il vient en outre

$$3)\qquad \frac{dA_1}{dx} + \frac{dA_2}{dy} + \frac{dA_3}{dz} - \frac{dD}{dt} = o \qquad p\frac{dD}{dx} + q\frac{dD}{dy} + r\frac{dD}{dz} + \frac{dD}{dt} = o$$

Par conséquent D = const. est une solution des équations différentielles simultanées (311), et en vertu d'une proposition connue, on it avoir :

$$D = F(\xi, \eta, \zeta)$$

F désignant une fonction quelconque, ce qui n'est d'ailleurs exact que si p, q, r, satisfont à la condition (2) d'incompressibilité du liquide. Il en résulte, par les relations (72) et en admettant que D n'est pas nul :

$$(79)\qquad \frac{dE_1}{d\xi}+\frac{dE_2}{d\eta}+\frac{dE_3}{d\zeta}=\frac{\frac{dD}{dt}-D\left(\frac{d}{d\xi}\frac{d\xi}{dt}+\frac{d}{d\eta}\frac{d\eta}{dt}+\frac{d}{d\zeta}\frac{d\zeta}{dt}\right)}{D^2}=o.$$

où $\frac{dD}{\lambda t}$ désigne la dérivée totale de D, par rapport au temps.

Il vient ensuite

$$\frac{d}{d\xi}\frac{d\xi}{dt}+\frac{d}{d\eta}\frac{d\eta}{dt}+\frac{d}{d\zeta}\frac{d\zeta}{dt}=\frac{d^2\xi}{dt\,dx}\frac{dx}{d\xi}+\frac{d^2\xi}{dt\,dy}\frac{dy}{d\xi}+\frac{d^2\xi}{dt\,dz}\frac{dz}{d\xi}+\frac{d^2\xi}{dt\,dx}\frac{dx}{d\eta}+$$

$$\frac{d^2\eta}{dt\,dy}\frac{dy}{d\eta}+\frac{d^2\eta}{dt\,dz}\frac{dz}{d\eta}+\frac{d^2\zeta}{dt\,dx}\frac{dx}{d\zeta}+\frac{d^2\zeta}{dt\,dy}\frac{dy}{d\zeta}+\frac{d^2\zeta}{dt\,dy}\frac{dz}{d\zeta}$$

et en faisant usage des relations (56) et (57) adaptées aux variables actuelles ξ, η, ζ, on obtient définitivement

$$(80)\qquad \begin{aligned}\frac{d}{d\xi}\frac{d\xi}{dt}+\frac{d}{d\eta}\frac{d\eta}{dt}+\frac{d}{d\zeta}\frac{d\zeta}{dt}&=\frac{\sin^2\theta_1}{X^2\sin^2\nu}X\frac{dX}{dt}+\frac{\sin^2\theta_2}{Y^2\sin^2\nu}Y\frac{dY}{dt}+\\&\frac{\sin^2\theta_3}{Z^2\sin^2\nu}Z\frac{dZ}{dt}+\frac{\cos\theta_2\cos\theta_3-\cos\theta_1}{YZ\sin^2\nu}\frac{d}{dt}(YZ\cos\theta_1)\\&+\frac{\cos\theta_3\cos\theta_1-\cos\theta_2}{ZX\sin^2\nu}\frac{d}{dt}(ZX\cos\theta_2)+\\&\frac{\cos\theta_1\cos\theta_2-\cos\theta_3}{XY\sin^2\nu}\frac{d}{dt}(XY\cos\theta_3)\end{aligned}$$

où X, Y, Z remplacent les A, B, C des relations (34) et en substituant ce résultat dans le second membre de l'égalité (79) et l'égalant ensuite à zéro, on aura la condition indispensable pour pouvoir employer le système des coordonnées curvilignes ξ, η, ζ, à l'intégration des équations aux dérivées partielles de l'Hydrodynamique.

9. On pourrait éclaircir ce qui précède en l'appliquant à un exemple simple, par exemple au cas où ξ, η, ζ, seraient des fonctions linéaires en x, y, z, de la forme

$$\xi=ax+by+cz\qquad \eta=a'x+b'y+c'z\qquad \zeta=a''x+b''y+c''z$$

mais je crains, en insistant trop fortement sur ce sujet, d'être entraîné à des développements exagérés. Je me bornerai donc à quelques ré-

flexions sur la nécessité de substituer aux diverses inconnues essayées jusqu'ici, d'autres variables dépendantes qui sans compliquer outre mesure les calculs, permettraient à la Physique expérimentale d'intervenir pour la constitution de l'Hydrodynamique, comme elle l'a fait avec succès pour d'autres branches de la Philosophie naturelle. Les x, y, z, de Lagrange, loin de se prêter à l'Expérimentation, tombent à peine sous la perception des sens; il en est de même comme je l'ai déjà fait observer, des composantes de la rotation au sujet desquelles Helmholtz et Kirchhoff ont présenté des considérations ingénieuses, mais sans rapport direct avec l'intégration des équations de l'Hydrodynamique. Les composantes p, q, r, introduites par Euler paraissaient devoir être d'un emploi plus fructueux; mais les résultats obtenus jusqu'ici sont loin de justifier cette espérance. Quant aux inconnues dont je me suis proposé d'exposer ici les propriétés caractéristiques, il correspond à chacune d'elles des séries de surfaces, telles qu'à chaque instant, les molécules qui s'y trouvent accomplissent sans les quitter leur évolution de l'instant suivant. C'est une propriété semblable à celle dont jouissent dans la Géométrie, le plan tangent d'une surface et la tangente d'une ligne. On peut espérer que par là, elles seront accessibles à l'expérience et quoiqu'il en soit, elles auront au moins l'avantage de fournir l'intuition géométrique indispensable pour soutenir et diriger l'esprit dans une étude aussi abstraite. On me permettra, sans doute, de rendre hommage en cette circonstance, à la mémoire d'un savant philosophe dont je m'honore d'avoir été l'ami pendant le cours de sa trop courte existence [1].

Cet éminent promoteur de la doctrine cartésienne s'était surtout proposé de résoudre, la principale difficulté qui d'après lui, s'oppose encore au triomphe définitif de la réforme accomplie par le grand penseur, dont les travaux ont eu tant d'influence dans tous les domaines de la pensée : l'antinomie qui existe entre la Force et l'Étendue. Il fut ainsi conduit à substituer ces deux concepts, comme catégories indispensables, aux Catégories plus ou moins problématiques, proposées successivement par Aristote et par Kant et il répétait souvent que toute étude scientifique doit avoir son point de départ dans la Force ou dans l'Étendue. En réalité c'était proclamer implicitement la nécessité d'avoir incessamment recours à l'Expérience, pour le progrès scientifique, ce qu'on peut traduire en

1. **Magy** (Jean-Baptiste-François), ancien élève de l'École normale, né à Saint-Léonard (Haute-Vienne), le 29 décembre 1822), décédé dans la même ville, le 14 avril 1887, auteur de plusieurs ouvrages de philosophie, parmi lesquels il y a lieu de citer spécialement : *de la Science et de la Nature* et *La raison et l'Ame.*

termes plus précis, dans le sujet en question, par l'obligation imposée à la Mécanique d'avoir constamment recours aux considérations cinématiques.

A ce point de vue spécial l'emploi des coordonnées curvilignes se recommande à raison de deux circonstances particulières sur lesquelles il est utile d'insister. Les conduites suivant lesquelles s'écoule un liquide ont sur son mouvement une influence considérable, dont il parait impossible de se rendre compte, si l'on n'admet pas que les surfaces intérieures qui constituent les coordonnées curvilignes dont j'ai fait usage, dépendent strictement de la forme extérieure du liquide, soit au contact des parois qui le contiennent, soit à l'air libre. D'autre part, Helmholtz, dans son mémoire sur le mouvement discontinu des liquides auquel il attribue avec la plupart des auteurs, une grande importance, suppose que la discontinuité se produit par suite du glissement relatif suivant de certaines surfaces qu'il appelle surfaces tourbillonnaires ou de séparation et se demandant à quelle cause il convient d'attribuer la production de ce phénomène, il cite spécialement le choc (unter der aüsseren Kräften kommt hierbei nur der Stoss in betracht). Mais conçoit-on comment de tels glissements pourraient avoir lieu, si ce n'est suivant une ou plusieurs surfaces que la Théorie ci-dessus exposée met en évidence ? et pour expliquer le phénomène en lui-même ne suffit-il pas de dire qu'il doit avoir lieu généralement, lorsque les constantes des coordonnées curvilignes dépendent du temps et à raison de leurs variations ?

10. Dans son célèbre mémoire sur les tourbillons (Ueber Werbelbewegungen § 5) Helmholtz et après lui, Kirchhoff dans la 20e de ses leçons sur la Physique mathématique, se sont occupés d'un problème particulier, du cas où les tourbillons sont rectilignes et parallèles; je terminerai en montrant comment s'appliquent à cette question, les principes qui précèdent.

D'après les formules (1), (2), (3) et les relations (50), on voit aisément qu'il résulte des conditions spéciales du problème les égalités

$$L=o \quad M=o \quad \frac{dN}{dz}=o \quad \frac{dp}{dz}=\frac{dq}{dz}=\frac{dr}{dx}=\frac{dr}{dy}=\Delta^2 r=o \quad \frac{d^2r}{dz^2}=o$$

Par suite les équations (1) deviennent

$$(81) \quad \frac{dp}{dt}-\frac{h}{\varsigma}\Delta^2 p-2Nq=\frac{dk}{dx} \qquad \frac{dq}{dt}-\frac{h}{\varsigma}\Delta^2 q+2Np=\frac{dk}{dy} \quad \frac{dr}{dt}=\frac{dk}{dz}$$

et les équations (3) se réduisent à celle-ci

$$(82)\qquad \frac{dp}{dt}-\frac{h}{\varsigma}\left(\frac{d^2N}{dx^2}+\frac{d^2N}{dy^2}\right)+\frac{dN}{dx}p+\frac{dN}{dy}q=N\frac{dr}{dz}$$

Helmholtz et Kirchhoff admettent que l'on doit avoir aussi $r=o$, mais cela ne résulte pas explicitement des conditions du problème et je poserai conformément à ce qui précède

$$r=Tz+T_0$$

en désignant par T et T_0 deux fonctions arbitraires du temps t On a ensuite

$$\frac{d_2k}{dzdx}=o \qquad \frac{d_2k}{dzdy}=o \qquad k=k_1+k_2 \qquad \frac{dk_1}{dx}=o \qquad \frac{dk_1}{dy}=o \qquad \frac{dk_2}{dz}=o$$

et les équations à intégrer deviennent

$$\frac{dp}{dt}-\frac{h}{\varsigma}\Delta^2p-2Nq=\frac{dk_2}{dx} \qquad \frac{dq}{dt}-\frac{h}{\varsigma}\Delta^2q+2Np=\frac{dk_2}{dy} \qquad \frac{dr}{dt}=\frac{dk_1}{dz}$$

$$\frac{dN}{dt}-\frac{h}{\varsigma}\left(\frac{d^2N}{dx^2}+\frac{d^2N}{dy^2}\right)+\frac{dN}{dx}p+\frac{dN}{dy}q-NT=o.$$

Soit

$$\beta=Ax+By \qquad \gamma=(ax+by+c)z+a_1x+b_1y,$$

on aura

$$p=PE=B(ax+by+c)E \qquad q=-A(ax+by+c)E$$

$$r=[(Ab-Ba)z+Ab_1-Ba_1]E$$

où E ne peut désigner qu'une constante, et

$$2L=\frac{dr}{dy}-\frac{dq}{dz}=o \qquad 2M=\frac{dp}{dz}-\frac{dr}{dx}=o$$

$$2N=+\frac{dq}{dx}-\frac{dp}{dy}=-(Aa+Bb)E$$

puis pour la dernière des équations à intégrer

$$\frac{d}{dt}(Aa+Bb)E=(Aa+Bb)(Ab-Ba)E^2.$$

Intégrant il vient

$$\log T_1=\int T\,dt$$

en posant

$$(Aa+Bb)E=T_1.$$

Mais ce résultat obtenu en admettant que la composante r n'est pas nulle est exceptionnel. En général il faudra supposer $r=o$ et les équations à intégrer seront :

$$(83)\qquad \frac{dp}{dt}-\frac{h}{\varsigma}\Delta^2 p-2\mathrm{N}q=\frac{dk}{dx}\qquad \frac{dq}{dt}-\frac{h}{\varsigma}\Delta^2 q+2\mathrm{N}p=\frac{dk}{dy}$$

$$\frac{d\mathrm{N}}{dt}-\frac{h}{\varsigma}\Delta^2\mathrm{N}+\frac{d\mathrm{N}}{dx}p+\frac{d\mathrm{N}}{dy}q=o.$$

C'est alors le problème général des mouvements d'un liquide non plus dans l'espace, mais dans le plan des xy et pour le résoudre, il faut s'appuyer sur les principes exposés.

Il n'y a dans le cas actuel que les deux composantes de vitesse p, q; soit β l'intégrale de l'équation différentielle $qdx-pdy=o$, en y considérant le temps t comme constant, on aura

$$p\frac{d\beta}{dx}+q\frac{d\beta}{dy}=o$$

relation à laquelle on satisfait en posant

$$q=\frac{d\beta}{dx}\varepsilon\qquad\qquad p=-\frac{d\beta}{dy}\varepsilon$$

où ε ne doit être fonction que de β, à raison de l'équation d'incompressibilité. Si par analogie avec ce qui a été fait, on pose

$$\frac{d\alpha_2}{dx}+\frac{d\alpha_2}{dy}=\mathrm{A}^2\qquad \frac{d\beta_2}{dx}+\frac{d\beta_2}{dy}=\mathrm{B}^2\qquad \frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dx}+\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dy}=\mathrm{AB}\cos\delta$$

on aura

$$\frac{d\alpha}{dx}=\mathrm{A}^2\frac{dx}{d\alpha}+\mathrm{AB}\cos\delta\frac{dx}{d\beta}\qquad \frac{d\beta}{dx}=\mathrm{AB}\cos\delta\frac{dx}{d\alpha}+\mathrm{B}^2\frac{dx}{d\beta}$$

$$\frac{dx}{d\alpha}=\frac{\mathrm{B}^2\frac{d\alpha}{dx}-\mathrm{AB}\cos\delta\frac{d\beta}{dx}}{\mathrm{A}^2\mathrm{B}^2\sin^2\delta}\qquad \frac{dx}{d\beta}=\frac{-\mathrm{AB}\cos\delta\frac{d\alpha}{dx}+\mathrm{A}^2\frac{d\beta}{dx}}{\mathrm{A}^2\mathrm{B}^2\sin^2\delta}$$

et

$$\frac{dx_2}{d\alpha}+\frac{dy_2}{d\alpha}=\frac{1}{\mathrm{A}^2\sin^2\delta},\ \frac{dx_2}{d\beta}+\frac{dy_2}{d\beta}=\frac{1}{\mathrm{B}^2\sin^2\delta},\ \frac{dx}{d\alpha}\frac{dx}{d\beta}+\frac{dy}{d\alpha}\frac{dy}{d\beta}=-\frac{\cos\delta}{\mathrm{AB}\sin^2\delta}$$

$$\frac{d\alpha}{dx}\frac{d\beta}{dy}-\frac{d\alpha}{dy}\frac{d\beta}{dx}=\mathrm{A}^2\mathrm{B}^2\sin^2\delta\left(\frac{dx}{d\alpha}\frac{dy}{d\beta}-\frac{dx}{d\beta}\frac{dy}{d\alpha}\right)$$

Ces formules permettront d'opérer la transformation des équations (83), conformément aux principes exposés plus haut.

Soit par exemple l'équation

$$x\,dx + y\,dy = o \tag{84}$$

dont l'intégrale est

$$x^2 + y^2 = \alpha^2$$

si on pose

$$\frac{dx}{x} = \frac{dy}{y} \quad \text{d'où} \quad y = \beta x$$

on aura

$$x = \frac{\alpha}{\sqrt{1+\beta^2}} \quad y = \frac{\alpha\beta}{\sqrt{1+\beta^2}} \quad \frac{d\alpha}{dx} = \frac{1}{\sqrt{1+\beta^2}} \quad \frac{d\alpha}{dy} = \frac{\beta}{\sqrt{1+\beta^2}} \quad A^2 = 1$$

$$\frac{d\beta}{dx} = -\frac{\beta}{x} = -\frac{\beta\sqrt{1+\beta^2}}{\alpha} \quad \frac{d\beta}{dy} = \frac{\sqrt{1+\beta^2}}{\alpha} \quad B^2 = \frac{(1+\beta^2)^2}{\alpha^2}$$

et il vient

$$q = -\frac{\beta\sqrt{1+\beta^2}}{\alpha}\varepsilon \qquad p = -\frac{\sqrt{1+\beta^2}}{\alpha}\varepsilon \tag{84}$$

$$2N = \frac{2\beta^3+2\beta-\beta^2-1}{\alpha^2}\varepsilon + \frac{\beta^4-\beta^3+\beta^2-\beta}{\alpha^2}\frac{d\varepsilon}{d\beta}$$

On a ensuite

$$2\frac{dN}{dx}p + 2\frac{dN}{dy}q = 2\frac{dN}{d\alpha}\left(\frac{d\alpha}{dx}p + \frac{d\alpha}{dy}q\right) + 2\frac{dN}{d\beta}\left(\frac{d\beta}{dx}p + \frac{d\beta}{dy}q\right) = -\frac{1+\beta^2}{\alpha}\frac{dN}{d\alpha}\varepsilon$$

à cause de

$$\frac{d\alpha}{dx}p + \frac{d\alpha}{dy}q = -\frac{1+\beta^2}{\alpha}\varepsilon \qquad \frac{d\beta}{dx}p + \frac{d\beta}{dy}q = o$$

et la troisième des équations (83) ne peut être vérifiée à moins que l'on ait

$$(2\beta^3-\beta^2+2\beta-1)\varepsilon + (\beta^4-\beta^3+\beta^2-\beta)\frac{d\varepsilon}{d\beta} = o \tag{85}$$

c'est-à-dire qu'il y ait un potentiel de vitesse.

On aurait pu prendre pour l'intégrale de l'équation différentielle (84)

$$x^2 + y^2 = \beta^2$$

et pour déterminer la seconde coordonnée curviligne

$$y = \alpha x.$$

[illegible] procédé

$$z = -\frac{x\varepsilon}{\sqrt{1+\alpha^2}} \qquad 2N = \frac{\varepsilon}{\beta} + \frac{d\varepsilon}{d\beta}$$

$$p + \frac{dN}{dy} q = 2\frac{dN}{d\beta}\left(p\frac{d\beta}{dx} + q\frac{d\beta}{dy}\right) = o$$

[illegible] à intégrer

$$2\frac{dN}{dt} - 2\frac{h}{\varsigma}\Delta^2 N = o$$

[illegible]

$$2\Delta^2 N = \frac{d^2\varepsilon}{d\beta^2} + \frac{\varepsilon}{\beta}\frac{d^2\varepsilon}{d\beta^2} - \frac{1}{\beta^2}\frac{d\varepsilon}{d\beta} + \frac{\varepsilon}{\beta^2}.$$

Il peut aussi se produire un potentiel de vitesse si l'on a

$$(\aleph\aleph) \qquad \frac{d\varepsilon}{d\beta} + \frac{\varepsilon}{\beta} = o \qquad \text{d'où } \beta\varepsilon = \text{const.}$$

Je ne pousserai pas plus loin ce calcul, bien qu'il puisse donner lieu comme celui du N° 3 à des applications pratiques.

M. Édouard COLLIGNON

Inspecteur général des Ponts-et-Chaussées, à Paris

APPLICATION DE LA DYNAMIQUE A LA RECHERCHE DES RAYONS DE COURBURE DANS LES COURBES DU SECOND ORDRE

[O 2 c]

— Séance du 5 Août —

Ellipse

On sait qu'un point matériel mobile M, soumis à l'attraction d'un point fixe O proportionnelle à la masse du point et à la distance O M, décrit une ellipse qui a pour centre le point O. Si l'on appelle T la

durée de la révolution entière accomplie par le rayon O M autour du centre fixe, $\left(\frac{2\pi}{T}\right)$ représente le *moyen mouvement* du mobile, ou la vitesse angulaire moyenne; nous représenterons ce moyen mouvement par la lettre ω.

On peut appliquer au mouvement du point le théorème des forces vives. Les lignes de niveau sont des circonférences concentriques au point O. Si a et b représentent les demi-axes de l'ellipse, la circonférence qui correspond à une vitesse nulle est celle qui a pour rayon R la quantité $\sqrt{a^2+b^2}$. A toute autre distance r du centre, le théorème des forces vives assigne au point mobile une vitesse donnée par l'équation

$$v^2=\omega^2\,(a^2+b^2-r^2). \tag{1}$$

La vitesse v est égale à ωb lorsque $r=a$, c'est-à-dire aux sommets du grand axe de l'ellipse; elle est égale à ωa pour $r=b$ aux sommets du petit axe. Elle est nulle enfin pour $r=\sqrt{a^2+b^2}=$ R. La formule est susceptible de deux interprétations distinctes : 1° la différence $a^2+b^2-r^2$ est égale au carré r'^2 du rayon conjugué au rayon $r=$ OM; car la somme $r^2+r'^2$, des carrés des demi-diamètres conjugués r et r', est égale à a^2+b^2 ; on a donc

$$v^2=\omega^2 r'^2$$
$$\text{et } v=\omega r',$$

égalité vraie en grandeur comme en direction, car la direction du rayon r' conjugué à r, est parallèle à la tangente au point M, c'est-à-dire parallèle à la direction de la vitesse v ; 2° la même différence représente en valeur absolue la *puissance* du point M par rapport au cercle du rayon $\sqrt{a^2+b^2}$.

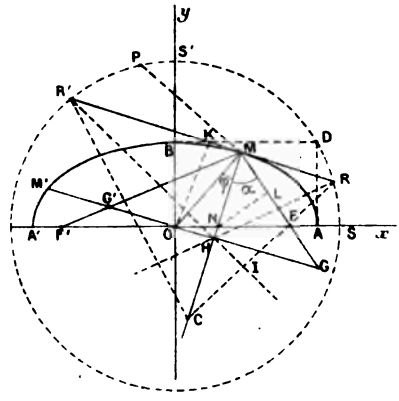


Fig. 1

Si donc au point M (*fig.* 1) on ène la corde perpendiculaire au ayon O M dans le cercle SS' qui a our rayon $\sqrt{a^2+b^2}$, la moitié M P e cette corde sera la valeur du radical $\sqrt{a^2+b^2-r^2}$, et sera égale ar conséquent au rayon conjugué $r'=$ O M'. On aura

$$v^2=\omega^2\times\overline{\mathrm{MP}}^2, \tag{2}$$

et si R et R′ sont les points où la tangente à l'ellipse au point M rencontre la circonférence SS′, on aura aussi

$$v^2 = \omega^2 \times \mathrm{M\,R} \times \mathrm{M\,R'}. \tag{3}$$

L'accélération totale $\omega^2 r$, dirigée de M vers O, se décompose en deux composantes, l'une normale à la courbe, $\frac{v^2}{\rho}$, l'autre tangentielle et égale à $\frac{dv}{dt}$. Soit M N la normale. La direction du diamètre conjugué O M′ sera perpendiculaire à M N, et le point H où elle coupe la normale M N, est la projection du centre O sur la normale ; de sorte qu'abstraction faite du facteur ω^2, l'accélération tangentielle est représentée par le segment H O, et l'accélération normale par le segment M H.

Soient F et F′ les foyers de l'ellipse. La même direction M′ O déterminera sur les rayons vecteurs focaux M G, M G′, deux segments M G, M G′, égaux chacun au demi-axe a de la courbe. Il est aisé de le vérifier géométriquement. Mais on peut aussi s'en assurer en appliquant des considérations dynamiques. Décomposons l'accélération totale $\omega^2 r$, dirigée suivant M O, en deux composantes dirigées suivant les droites M F et M F′. Nous aurons pour ces composantes

$$\frac{1}{2}\omega^2\,\mathrm{M\,F} \text{ suivant } \mathrm{M\,F},$$
$$\frac{1}{2}\omega^2\,\mathrm{M\,F'} \text{ suivant } \mathrm{M\,F'}.$$

Car la résultante géométrique des côtés M F et M F′ du triangle F M F′ est le double de la médiane M O de ce triangle. Si donc nous projetons ces deux composantes sur la direction M N de la normale, qui est la bissectrice de l'angle F M F′, nous aurons, en appelant α la moitié de cet angle,

$$\begin{aligned} \frac{v^2}{\rho} &= \frac{1}{2}\omega^2 \mathrm{M\,F} \cos\alpha + \frac{1}{2}\omega^2 \mathrm{M\,F'} \cos\alpha \\ &= \frac{1}{2}\omega^2 (\mathrm{M\,F} + \mathrm{M\,F'}) \cos\alpha = \omega^2 a \cos\alpha. \end{aligned} \tag{4}$$

On en déduit l'égalité $a \cos\alpha = \mathrm{M\,H}$.

De cette égalité on tire le rayon de courbure ρ en fonction de v et de l'angle α ; l'équation (1) permet ensuite d'introduire la variable r. On a en effet

$$\rho = \frac{v^2}{\omega^2 a \cos\alpha} = \frac{\omega^2 (a^2 + b^2 - r^2)}{\omega^2 a \cos\alpha} = \frac{a^2 + b^2 - r^2}{a \cos\alpha} = \frac{r'^2}{a \cos\alpha}. \tag{5}$$

Faisons usage de la relation (3) et de l'égalité $a\cos\alpha = \mathrm{MH}$, et prenons sur la normale une longueur $\mathrm{MC} = \rho$; il vient

$$\rho = \frac{\mathrm{MR} \times \mathrm{MR'}}{\mathrm{MH}} = \mathrm{MC},$$

ou bien

$$\frac{\mathrm{MH}}{\mathrm{MR'}} = \frac{\mathrm{MR}}{\mathrm{MC}}.$$

Joignons R C, R′ H, et prolongeons R′ H jusqu'à la rencontre en I avec R C. Les deux triangles C M R, R′ M H, rectangles en M, ont, d'après la dernière égalité, les côtés de l'angle droit proportionnels. Les angles H M R′, R M C sont donc égaux entre eux. Comparons ensuite les deux triangles R I R′, R M C ; ils ont un angle commun en R, et des angles égaux en R′ et C. Les troisièmes angles des deux triangles sont donc égaux et, comme l'angle R M C est droit, l'angle R I R′ l'est aussi. Les droites R′ H et C R sont donc perpendiculaires.

Pour obtenir le centre de courbure C il suffit de joindre R′ H, puis d'abaisser du point R une perpendiculaire sur la droite R′ H ; elle coupera la normale M N au point cherché.

On obtiendrait le même point C en abaissant de R' une perpendiculaire sur la droite R H. Le point C est le point de concours des hauteurs du triangle R R′ H, de même que H est le point de concours des hauteurs du triangle R R′ C. On a en définitive ce théorème:

Le centre de courbure C *de l'ellipse au point* M *est le point commun aux hauteurs du triangle qui a pour sommets la projection* H *du centre* O *sur la normale* M N, *et les points* R *et* R′ *où la tangente à la courbe coupe le cercle décrit du centre de l'ellipse avec un rayon égal à* $\sqrt{a^2+b^2}$.

La distance O K du centre à la tangente R R′ est égale à O H, c'est-à-dire à $a\cos\alpha$. Le théorème des aires appliqué au mouvement du point mobile donne

$$v \times a\cos\alpha = \text{constante} = ab\,\omega.$$

Donc

$$v = \frac{b\omega}{\cos\alpha}$$

et

$$\cos\alpha = \frac{b\omega}{v} = \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2-r^2}} = \frac{b}{r},$$

expression qui, substituée dans la relation (5), donne

$$\rho = \frac{r'^3}{ab} = \frac{(a^2+b^2-r^2)^{\frac{3}{2}}}{ab}, \tag{6}$$

Si nous rapprochons les deux équations

$$\rho = \frac{r'^2}{ab},$$

$$\cos\alpha = \frac{b}{r'},$$

et que nous éliminions r' entre les deux équations, nous retrouvons la formule connue

$$\rho\cos^3\alpha = \frac{b^2}{a}.$$

On sait que la projection de la normale MN sur le rayon vecteur focal ML donne un segment MF égal à $\frac{b^2}{a}$. On a donc à la fois

$$MN\cos\alpha = \frac{b^2}{a},$$

$$MH = a\cos\alpha.$$

Donc le produit $MN \times MH$ est constant et égal à b^2.

Si nous rapprochons de même les équations

$$v = \frac{b\omega}{\cos\alpha}$$

et

$$MN = \frac{ML}{\cos\alpha} = \frac{\left(\frac{b^2}{a}\right)}{\cos\alpha},$$

il vient par la division

$$\frac{v}{MN} = \frac{a}{b}\omega,$$

de sorte que la vitesse v est proportionnelle à la normale MN. Cette relation nous fait retrouver une valeur connue du rayon de courbure. On a en effet

$$v = \omega r'$$

et

$$v = \omega \times \frac{a}{b} MN.$$

Donc

$$r' = \frac{a}{b} MN.$$

Remplaçons r' par $\frac{a}{b}MN$ dans l'équation $\rho = \frac{r'^2}{ab}$.

Il vient

$$\rho = \frac{\frac{a^2}{b^2}MN^2}{ab} = \frac{MN^3}{\left(\frac{b^2}{a}\right)^2},$$

c'est-à-dire l'expression du rayon de coubure par le quotient de la division du cube de la normale par le carré du demi-paramètre.

Le rayon de courbure de l'ellipse au point (x, y) se présente d'abord sous la forme

$$\rho = \frac{(a^4 y^2 + b^4 x^2)^{\frac{3}{2}}}{a^4 b^4}. \tag{7}$$

Cette expression est assez complexe, et elle se simplifie notablement si l'on introduit le rayon vecteur $OM = r = \sqrt{x^2 + y^2}$. On a en effet à la fois

$$a^2 y^2 + b^2 x^2 = a^2 b^2,$$
$$y^2 + x^2 = r^2.$$

On en déduit

$$y^2 = \frac{b^2 (a^2 - r^2)}{a^2 - b^2}, \qquad x^2 = \frac{a^2 (r^2 - b^2)}{a^2 - b^2},$$

et, substituant dans l'équation (7), il vient

$$\rho = \frac{[a^4 b^2 (a^2 - r^2) + b^4 a^2 (r^2 - b^2)]^{\frac{3}{2}}}{a^4 b^4 (a^2 - b^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{[a^2 (a^2 - r^2) + b^2 (r^2 - b^2)]^{\frac{3}{2}}}{ab (a^2 - b^2)^{\frac{3}{2}}}$$
$$= \frac{(a^2 + b^2 - r^2)^{\frac{3}{2}}}{ab}.$$

c'est-à-dire notre équation (6).

Hyperbole

On peut considérer l'hyperbole représentée en coordonnées rectangles par l'équation

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

comme la trajectoire d'un point matériel mobile, qui subit une répulsion émanant du centre de la courbe, proportionnelle à la masse et à la distance r du point mobile au centre. Si l'on représente par $\omega^2 r$ la répulsion rapportée à l'unité de masse, la vitesse du mobile au passage du sommet de la courbe sera perpendiculaire à l'axe a et égale à $b\omega$. Connaissant la vitesse en ce point, on en déduit la vitesse v du mobile en tout autre point du plan par le théorème des forces vives, qui donne la relation

$$v^2 - v_0^2 = \omega^2 (r^2 - r_0^2),$$

[illegible] à distance r_0 et r la distance à la distance r. [illegible] pour $r = r_0 = a$, il en résulte pour la vitesse en [illegible]

$$v^2 = \omega^2 (r^2 - a^2 + b^2).$$

[illegible] que, si r' représente le demi-diamètre conjugué [illegible] au demi-diamètre r, on a la relation

$$r^2 - r'^2 = a^2 - b^2,$$

[illegible] résulte l'expression simple de la vitesse

$$v = \omega r'.$$

Mais reprenons l'équation (1). Trois cas doivent être distingués.

1° Si l'on a $a > b$, on pourra trouver un rayon R réel, égal à $\sqrt{a^2 - b^2}$, et tel que la circonférence décrite du centre O comme centre avec R pour rayon soit le lieu des points pour lesquels la vitesse v est nulle. On a en effet $v = 0$ pour $r = \sqrt{a^2 - b^2}$. La vitesse v en un point quelconque M est alors le produit du facteur ω par la longueur M P de la tangente menée du point M à cette circonférence. Le carré v^2 de la vitesse est le produit de ω^2 par la puissance du point M par rapport au cercle. La vitesse devenant imaginaire au dedans du cercle, le point mobile ne peut y pénétrer.

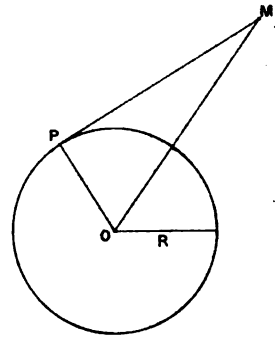


Fig. 2

Remarquons d'ailleurs que la tangente M P est égale au rayon r' conjugué du rayon $r = \mathrm{OM}$.

2° Si l'on a $a = b$, la formule devient

$$v^2 = \omega^2 r^2,$$

c'est-à-dire $v = \omega r$; l'hyperbole est équilatère, les rayons conjugués r et r' sont égaux, et le cercle du rayon R se réduit à son centre O. Le point O est le seul point du plan où la vitesse soit nulle. Le mobile placé en ce point est en équilibre sous l'action de la répulsion qui est nulle, et il est facile de voir que cet équilibre est instable.

3° Soit enfin $a < b$. Le rayon R devient imaginaire et l'équation des forces vives n'assigne aucune limite aux positions possibles du mobile. Si l'on pose

$$R' = \sqrt{b^2 - a^2},$$

on aura

$$v^2 = \omega^2 (r^2 + R'^2),$$

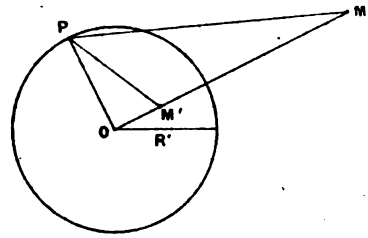


FIG. 3

et cette équation est encore susceptible d'interprétation géométrique. Décrivons du point O comme centre avec R′ pour rayon une circonférence *(fig. 3)*; le point mobile pourra être au dehors du cercle en M, ou au dedans en M′. Si nous joignons M O, M′ O et si nous élevons un rayon O P perpendiculaire à ces droites, la vitesse v sera donnée par le produit $\omega \times$ MO, $\omega \times$ M′O du facteur ω par la distance du point M au point P. On pourrait élever une fois pour toutes une perpendiculaire O P′ au plan de la figure, et la prendre égale à R′ *(fig. 3 bis)*; la vitesse v sera alors égale au produit de ω par la distance du point mobile M à ce point, sans qu'il soit nécessaire de tracer le cercle du rayon R′.

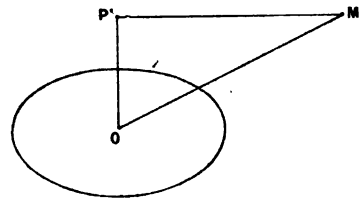


FIG. 3 *bis*

Ces préliminaires posés, passons à la construction du rayon de courbure de l'hyperbole en un point quelconque de la courbe.

Soit M le point mobile, soumis à l'accélération répulsive $\omega^2 r$, dirigée en prolongement du rayon vecteur O M $= v$. Soient *(fig. 4.)* A et A′ les sommets de la courbe, F et F′ les foyers situés à la distance $\sqrt{a^2 + b^2}$ du centre O, a et b désignant toujours les demi-axes, dont l'un a est donné sur la figure par la distance O A = O A′.

Projetons le point O en H sur la normale M N, laquelle est bissectrice de l'angle extérieur au triangle F′ M F.

Je dis que M H sera égale à $\cos\alpha$, l'angle α étant la moitié de l'angle F M F″.

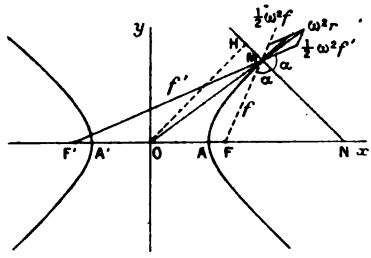


FIG. 4

En effet, décomposons la répulsion $\omega^2 r$, dirigée de O vers M, en deux composantes dirigées suivant les rayons vecteurs focaux M F, M F′. Soient f et f' les longueurs de ces rayons. Les composantes seront $\frac{1}{2}\omega^2 f$, $\frac{1}{2}\omega^2 f'$; car la composition des droites M F et M F′ donne pour résultante le double de la médiane M O. Projetons ensuite ces deux composantes sur la normale M N, nous aurons pour résultante la composante normale $\frac{v^2}{\rho} = \omega^2 \times \mathrm{HM}$ de l'accélération totale $\omega^2 \times \mathrm{OM}$. Donc

$$\omega^2 \times \mathrm{HM} = \frac{v^2}{\rho} = \frac{1}{2}\omega^2 f' \cos\alpha - \frac{1}{2}\omega^2 f \cos\alpha = \frac{1}{2}\omega^2 \cos\alpha\,(f' - f) = \omega^2 a \cos\alpha,$$

puisque dans l'hyperbole la différence $f' - f$ des rayons vecteurs menés aux foyers est constante et égale à l'axe réel, $2a$.

Remplaçons v^2 par sa valeur $\omega^2 (v^2 - a^2 + b^2)$; il viendra

$$\rho = \frac{r^2 - a^2 + b^2}{a \cos\alpha},$$

d'où l'on déduit cette règle : *le rayon de courbure au point* M *est égal à la puissance du point* M *par rapport au cercle de rayon* $\mathrm{R} = \sqrt{a^2 - b^2}$ *décrit du centre* O, *divisée par le segment* H M, *projection du rayon* O M *sur la normale* M N *à la courbe.*

Pour l'application effective de cette règle à la recherche du rayon de courbure, il faut distinguer les trois cas de R réel, R nul, R imaginaire.

1° Si $a > b$, ou si l'angle des asymptotes dans lequel est compris l'hyperbole est moindre que l'angle droit, le cercle de rayon $\mathrm{R} = \sqrt{a^2 - b^2}$ est réel ; et en appelant M P la tangente menée du point M à ce cercle (*fig.* 5), on aura

$$\rho = \frac{\overline{\mathrm{MP}}^2}{\mathrm{HM}}.$$

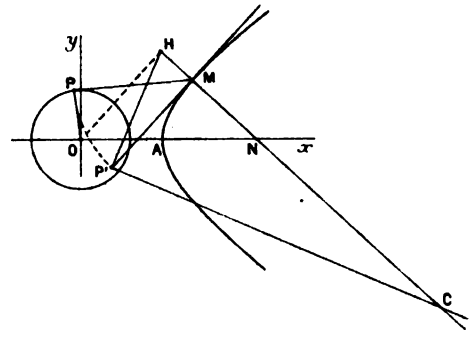


Fig. 5

Soit M P′ la tangente à l'hyperbole au point M ; rabattons la tangente M P au cercle sur la tangente à l'hyperbole par l'arc de cercle P P′ décrit du point M comme centre. Joignons ensuite H P′ et

élevons en P′ la perpendiculaire P′ C sur H P′; cette perpendiculaire coupera la normale en un point C, qui sera le centre de courbure.

2° Si $a=b$, ou si l'angle des asymptotes est droit *(fig. 6)*, auquel cas l'hyperbole est équilatère, la construction reste la même, sauf que le cercle de rayon R se réduit à son centre O. La tangente M P devient donc le rayon M O, et si l'on rabat cette tangente sur la tangente M P′ à la courbe, on obtient un point P′ qui coïncide avec l'intersection de la tangente avec l'asymptote. Il suffit donc de joindre le point H au point P′, pied de la tangente sur l'asymptote, et d'élever P′ C perpendiculaire à la ligne de jonction. L'intersection avec la normale est le centre de courbure cherché, C.

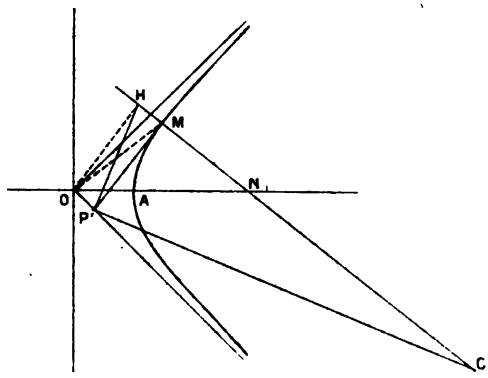


Fig. 6

3° Enfin si l'on a $a < b$, ou si la courbe est située dans l'angle aigu des asymptotes *(fig. 7)*, on devra décrire un cercle du point O comme centre avec $\sqrt{b^2 - a^2} = R'$ pour rayon. Pour obtenir le rayon de courbure au point M, on mènera la droite M O, et on élèvera sur cette droite une perpendiculaire O P jusqu'à la rencontre du cercle. On joindra M P. On rabattra la droite M P sur la tangente M P′ à la courbe. Puis on joindra H P′ et on élèvera en P′ une perpendiculaire P′C à H P′, laquelle perpendiculaire coupera la normale M N au point C que l'on cherche.

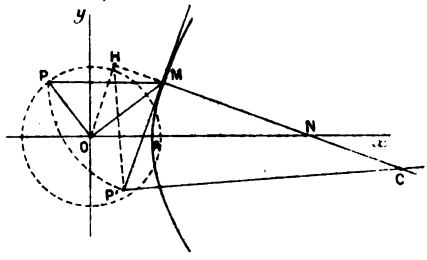


Fig. 7

La construction qui dérive de ces considérations dynamiques est us simple pour l'hyperbole que pour l'ellipse.

Le rayon de courbure au sommet A de l'hyperbole est donné dans ıs les cas par l'équation générale, en y faisant $r = a$ et $\alpha = 0$. Il ent

$$\rho_0 = \frac{b^2}{a}.$$

Si l'on applique le théorème des aires, qui donne l'équation

$$p\,v = a\,b\,\omega,$$

avec la relation $p = a \cos\alpha$, on en déduit successivement

$$\cos\alpha = \frac{b}{\sqrt{r^2 - a^2 + b^2}} = \frac{b}{r'},$$

$$\rho = \frac{(r^2 - a^2 + b^2)^{\frac{3}{2}}}{ab} = \frac{r'^3}{ab};$$

et multipliant ρ par $\cos^3\alpha$ on retrouve la formule connue

$$\rho \cos^3\alpha = \frac{b^2}{a} = \rho_0.$$

On retrouverait de même l'équation

$$\rho = \frac{N^3}{\left(\frac{b^2}{a}\right)^2}$$

en fonction de la normale N comprise entre le point M et l'axe de la courbe.

Parabole

Nous considérons la parabole O A, dont le point O est le sommet, et dont l'axe O y est vertical, comme la trajectoire d'un point pesant lancé horizontalement au point O avec une vitesse v_0 donnée, et soumis à l'accélération constante g de la pesanteur, parallèle à O y (*fig. 8*).

L'équation de la trajectoire sera

$$x^2 = \frac{2v_0^2}{g} y,$$

ou bien $$x^2 = 4hy,$$

en appelant h la hauteur $\frac{v_0^2}{2g}$ due à la vitesse v_0.

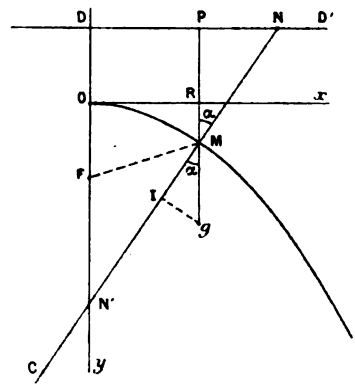


Fig. 8

La directrice D D' de la courbe s'obtiendra en menant au-dessus du point O une horizontale à la distance $OD = h = \frac{v_0^2}{2g}$.

En un point quelconque M la vitesse v du mobile est la résultante d'une vitesse horizontale égale à v_0, et d'une vitesse verticale due à la pesanteur et égale à gt; l'espace parcouru verticalement sur l'ordonnée RM $= y$ est égal à $\frac{1}{2} gt^2$. Donc $t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$ et $gt = \sqrt{2gy}$.

On a pour la vitesse au point M

$$v = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gy} = \sqrt{2g(h+y)} = \sqrt{2g\,\mathrm{PM}}.$$

La vitesse en chaque point est donc celle qui est due à la chute du point pesant, tombant du niveau de la directrice au niveau du point qu'il occupe effectivement. En d'autres termes D D′ est la ligne de niveau qui correspond à la vitesse nulle.

Menons au point M la normale M N et prolongeons-là jusqu'au point C, centre de courbure. La composante normale M I de l'accélération g sera égale à $g \cos \alpha$, en appelant α l'angle de la normale avec la verticale. On a donc

$$\frac{v^2}{\rho} = g \cos \alpha.$$

On en déduit

$$\rho = \frac{v^2}{g \cos \alpha} = \frac{2g(h+y)}{g \cos \alpha} = \frac{h+y}{\cos \alpha}.$$

Mais $h + y =$ PM, divisé par cos α, donne la longueur M N de la normale mesurée entre la courbe et la directrice; on a donc simplement

$$\rho = 2\mathrm{MN},$$

et le rayon de courbure M C est double du segment M N.

Le rayon de courbure ρ étant égal d'ailleurs au cube de la normale M N′, terminée à l'axe de la parabole, divisée par le carré $4h^2$ du demi-paramètre, on a la relation suivante entre les deux portions de normale comprises dans l'angle droit D′D V

$$\overline{\mathrm{MN'}}^3 = 8h^2 \times \mathrm{MN}.$$

Remarque générale

Nous avons obtenu les résultats suivants, en cherchant la distribution des vitesses dans le plan, lorsque l'accélération passe par un point fixe O, et s'exprime par le produit $\omega^2 r$, r étant la distance du point mobile au centre fixe, et ω un facteur constant. On a pour le carré de la vitesse en un point quelconque,

$$1^\circ \quad v^2 = \omega^2 (a^2 + b^2 - r^2)$$

si l'accélération est attractive, a et b représentant les demi-axes de l'ellipse que décrit le point mobile ;

$$2^\circ \quad v^2 = \omega^2 (r^2 - a^2 + b^2)$$

si l'accélération est répulsive, a représentant le demi-axe transverse de l'hyperbole décrite par le mobile, b la moitié de l'autre axe.

Le lieu des points pour lesquels la vitesse est nulle est la circonférence décrite du point O comme centre avec un rayon R donné par les équations

$$R = \sqrt{a^2 + b^2} \text{ dans le premier cas,}$$

$$R = \sqrt{a^2 - b^2} \text{ dans le second ;}$$

ce second cas se subdivise d'ailleurs, suivant que l'on a $a > b$, $a = b$, $a < b$; la circonférence est une ligne réelle si $a > b$, ou elle se réduit à son centre O si $a = b$; enfin elle est imaginaire si $a < b$.

Mais, ce que nous voulons faire remarquer, c'est que ce lieu des points pour lesquels la vitesse est nulle est aussi le *lieu des points d'où la trajectoire, ellipse ou hyperbole, est vue sous un angle droit.* C'est le cercle *orthoptique* de la courbe.

La même propriété subsiste pour la parabole décrite sous l'action de la pesanteur ; nous avons vu en effet que la directrice de la courbe est le lieu des vitesses nulles, et l'on sait que les tangentes menées d'un de ses points à la courbe sont rectangulaires, de sorte que la trajectoire est vue de chacun d'eux sous un angle droit.

On peut donc poser ce principe, applicable au cas où la force est représentée par $m\omega^2 r$, r étant la distance à un point fixe, qui peut être infiniment éloigné pour comprendre le cas de la pesanteur : *le carré de la vitesse est donné en chaque point du plan par le produit de ω^2 par la valeur absolue de la puissance du point considéré par rapport au lieu géométrique, circonférence ou droite, des points d'où la trajectoire est vue sous un angle droit.*

Relations entre les vitesses v et entre les rayons vecteurs r correspondants aux points M et M', pour lesquels les tangentes à l'ellipse sont rectangulaires.

Soient M et M' les points associés *(fig. 9)*, où les tangentes PQ, PQ' se rencontrent en un point P sur le cercle de rayon $R = \sqrt{a^2 + b^2}$. Du point O abaissons OI, OI' perpendiculaires sur ces tangentes. Les droites

P Q, P Q′ étant rectangulaires, la corde Q Q′ est un diamètre du cercle Q P Q′, et passe par le centre O. O I, O I′ sont les moitiés des cordes parallèles P Q′, P Q. Soient v et v' les vitesses du mobile en M et en M′. Le théorème des aires donne l'égalité

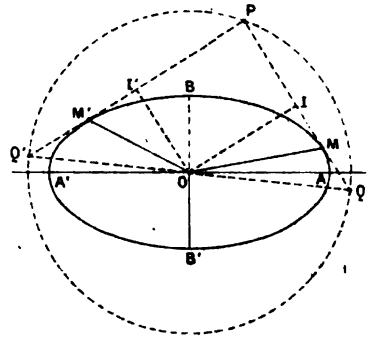


Fig. 9

$$v \times \frac{1}{2} PQ' = v' \times \frac{1}{2} PQ = ab\omega,$$

et le triangle rectangle Q P Q′ donne de plus

$$\overline{PQ}^2 + \overline{PQ'}^2 = \overline{QQ}^2 = 4R^2.$$

Mais

$$PQ = \frac{2ab\omega}{v'}, \quad PQ' = \frac{2ab\omega}{v};$$ substituant ces valeurs dans l'égalité précédente, il vient

$$\frac{4a^2b^2\omega^2}{v'^2} + \frac{4a^2b^2\omega^2}{v^2} = 4R^2 = 4(a^2+b^2),$$

ou bien

$$\frac{1}{v^2} + \frac{1}{v'^2} = \frac{1}{\omega^2}\left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}\right).$$

Pour passer de là à la relation entre les rayons vecteurs $r = OM$, $r' = OM'$, il suffit d'observer qu'on a

$$v^2 = \omega^2(R^2 - r^2),$$
$$v'^2 = \omega^2(R^2 - r'^2),$$

et par suite

$$\frac{1}{R^2 - r^2} + \frac{1}{R^2 - r'^2} = \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}.$$

On arriverait à des résultats analogues pour l'hyperbole. On aurait d'abord

$$\frac{1}{v^2} + \frac{1}{v'^2} = \frac{1}{\omega^2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{b^2}\right);$$

mais il faudrait remplacer v^2 et v'^2 par leurs valeurs en fonction des rayons r et r', savoir

$$v^2 = \omega^2(r^2 - R^2),$$
$$v'^2 = \omega^2(r'^2 - R^2),$$

R^2 représentant ici la différence $a^2 - b^2$; ce qui donnerait

$$\frac{1}{r'^2 - R^2} + \frac{1}{r'^2 - R^2} = \frac{1}{a^2} - \frac{1}{b^2}.$$

Mais cette équation n'est applicable que si $a > b$; car autrement il n'existe pas de points sur l'hyperbole où les tangentes soient rectangulaires. Lorsque $a = b$, l'équation se réduit à

$$\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r'^2} = 0,$$

et elle est vérifiée, car les tangentes rectangulaires sont alors les asymptotes de l'hyperbole, et les valeurs correspondantes de r et de r' sont toutes deux infinies.

On peut trouver une relation analogue pour la parabole considérée comme la trajectoire d'un point pesant.

Soient M et M′ deux points tels que les tangentes à la parabole se coupent en P sur la directrice D D′; l'angle M P M′ sera droit. On sait de plus que la corde M M′ passe par le foyer F, pôle de la directrice D D′ (*fig. 10*).

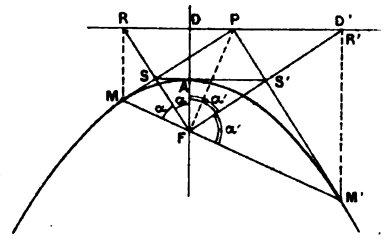


Fig. 10

Soient M R $= h$, M′ R′ $= h'$, les distances des points M et M′ à la directrice. On aura

$$MR = MF, \quad M'F = M'R'.$$

Soit S S′ la tangente au sommet A de la courbe. Les points S et S′, où cette tangente rencontre les deux autres, sont les milieux des droites F R, F R′, lesquelles sont les bissectrices des angles M F D, M′ F D. Appelons 2α l'angle M F D, $2\alpha'$ l'angle M′ F D, supplément du premier. Nous aurons

$$MF \cos^2\alpha = h \cos^2\alpha = FA = H$$

$$M'F \cos^2\alpha' = h' \cos^2\alpha' = H,$$

en appelant H la hauteur A D = A F comprise entre le sommet de la courbe et la directrice. On a de plus $\cos\alpha' = \sin\alpha$, et par suite

$$h \cos^2\alpha = H$$

$$h' \sin^2\alpha = H$$

Mais on a aussi

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v' = \sqrt{2gh'}$$

Donc $\frac{1}{v^2} + \frac{1}{v'^2} = \frac{1}{2g}\left(\frac{1}{h} + \frac{1}{h'}\right) = \frac{1}{2g}\left(\frac{\cos^2\alpha}{H} + \frac{\sin^2\alpha}{H}\right) = \frac{1}{2gH}$,

de sorte que la somme des carrés des inverses des vitesses aux points conjugués M et M′ est constante et égale au carré de l'inverse de la vitesse $\sqrt{2gH}$ correspondante au sommet A de la trajectoire.

Au lieu de considérer les *points associés* M et M′, pour lesquels les tangentes sont rectangulaires et se coupent sur le cercle orthoptique, nous pouvons considérer les *points conjugués* M et M_1, extrémités d'un système de diamètres conjugués de la courbe. Nous avons reconnu qu'au point M la vitesse v est donnée par la relation

$$v = \omega r_1,$$

r_1 étant la longueur du demi-diamètre conjugué à la direction O M. De même en M_1 on aura pour la vitesse

$$v_1 = \omega r;$$

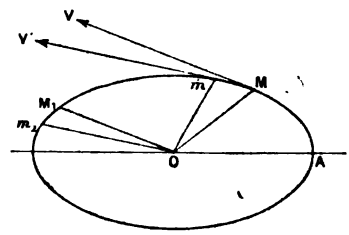


Fig. 11

de sorte qu'entre ces deux vitesses conjuguées on a la relation

$$v^2 + v_1^2 = \omega^2 (r_1^2 + r^2) = \omega^2 (a^2 + b^2),$$

et *la somme des carrés des vitesses conjuguées est constante;* tandis que la somme des carrés des inverses des vitesses associées v et v' est constante et égale à $\frac{1}{\omega^2}\left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}\right)$.

On peut remarquer que l'ellipse trajectoire du point mobile M, attiré par le centre O proportionnellement à la distance O M, est en même nps *l'indicatrice des accélérations totales* du mouvement du oint ; en effet, si par le centre O nous menons une droite parallèle à ı vitesse v au point M, nous avons la direction du diamètre conjuıé à O M *(fig. 11)*; nous devons prendre sur cette direction une ›ngueur proportionnelle à la vitesse v; nous pouvons donc porter ıe longueur égale à r_1, ce qui nous conduit au point M_1 de la courbe. ,'arc $M_1 m_1$, compris entre deux rayons consécutifs, représente donc

la *vitesse acquise élémentaire*, jdt, qui s'ajoute géométriquement à la vitesse v pour produire la vitesse v' ; et comme on a

$$v = \omega \times \mathrm{O\,M}_1,$$

il en résulte

$$j\,dt = \omega \times \mathrm{M}_1 m_1$$

$$\text{et} \quad j = \omega \times \frac{\mathrm{M}_1 m_1}{dt}.$$

Telle est l'accélération totale au point M, égale au produit de la vitesse v_1 du point M_1 par le facteur constant ω. Cette vitesse étant égale à la vitesse v_1 du mobile, lorsqu'il passe au point M_1, c'est-à-dire à ωr, on retrouve l'accélération totale

$$j = \omega \times \omega r = \omega^2 r,$$

parallèle à $\mathrm{M}_1 m_1$, c'est-à-dire dirigée suivant le rayon M O.

Quant à l'égalité $\mathrm{M}_1 m_1 = v_1\,dt$, elle résulte immédiatement du théorème des aires ; les aires M O M_1, m O m_1 sont égales dans l'ellipse ; il en résulte que les secteur[illegible] sont équivalents, et les vitesses aux points M et [illegible] sont proportionnelles aux arcs M m, $\mathrm{M}_1 m_1$.

MAY 19 1911
LIBRARY.

M. Édouard COLLIGNON
Inspecteur général des Ponts et Chaussées, à Paris

SUR LES COURBES DE SURETÉ [R 7 b γ]

— Séance du 5 août —

On appelle *courbe de sûreté*, dans la théorie du tir parabolique, l'enveloppe des paraboles décrites dans le plan vertical par des points pesants lancés d'un même point O, avec une même vitesse donnée, quand on fait varier la direction de cette vitesse. C'est la courbe qui sépare la région du plan que le tir peut atteindre, de celle où les projectiles ne peuvent pénétrer.

On a étendu cette définition à d'autres cas théoriques. Par exemple nous avons donné au Congrès de l'Afas à Paris, le 23 août 1878, l'en-

veloppe des ellipses que décrirait, dans un même plan, une planète attirée par un centre fixe suivant la loi Newtonienne, en la supposant lancée successivement d'un même point donné, avec une vitesse donnée de grandeur, mais de direction variable. Cette enveloppe est une ellipse qui a pour foyers le centre d'attraction et le point de départ commun à toutes les trajectoires. On peut l'appeler la *courbe de sûreté du tir planétaire.*

Au Congrès de Reims, le 13 août 1880, M. Schoute a traité le même problème en remplaçant l'attraction Newtonienne par l'attraction proportionnelle à la distance. Les trajectoires et leur enveloppe sont alors des ellipses ayant pour centre le centre d'attraction.

Nous nous proposons de traiter ici d'autres cas, que nous empruntons à divers faits de la vie pratique.

Courbe de sûreté des jets paraboliques qui émanent des différents points d'un plan incliné[1].

Soit A A′ le plan d'eau d'un réservoir qu'on suppose entretenu à niveau constant. Soit A B le profil de la paroi plane inclinée baignée par le liquide. On ouvre dans cette paroi un orifice C infiniment petit, par lequel sort un jet parabolique C G, normalement au plan A B. On cherche l'enveloppe de ces diverses paraboles.

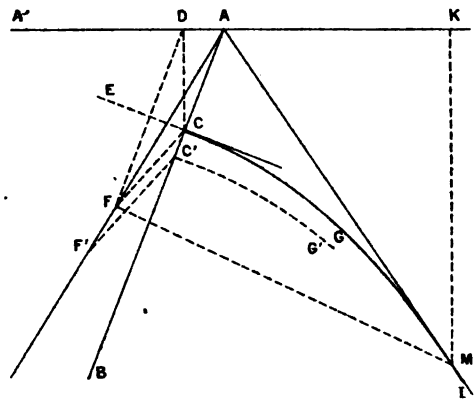


Fig. 1

La droite A A′, qui correspond à une vitesse nulle pour les molécules liquides, est la directrice commune à toutes les paraboles issues des divers points de la paroi A B. Cherchons le foyer F de la parabole C G, partant du point C. La tangente en C à la parabole C G est la droite C E normale au plan, et bissectrice de l'angle F C D compris entre la perpendiculaire C D abaissée sur la directrice et le rayon vecteur C F mené au foyer. On a d'ailleurs C F = C D. On obtiendra donc le point F en faisant tourner la droite C D autour du point C d'un angle D C F qui est constant, puisqu'il est double de l'angle

1. Question traitée dans les notes autographiées formant le complément du cours d'hydraulique que nous professions à l'École des Ponts et Chaussées (1893).

A′AB que fait la paroi avec le plan horizontal. Le lieu du point F est donc la droite AF que l'on déduit de la droite AA′ en faisant tourner d'un même angle les ordonnées CD de la droite AA′ rapportée à la droite AB prise pour axe des abscisses.

Si l'on considère deux paraboles CG, C′G′, et qu'on cherche leur point M commun, on cherchera d'abord le foyer F′ de la seconde parabole en menant C′F′ parallèle à CF; et le point M cherché sera à égale distance des points F, F′, et de la directrice A′A. C'est donc le centre d'un cercle passant par les points F et F′ et tangent à la droite A′A. A la limite, lorsque les deux paraboles sont infiniment voisines, les points F et F′ se confondent en un seul, et le point M devient le centre d'un cercle tangent à la fois aux droites AF et AA′. Il est donc situé sur la bissectrice AI de l'angle A″AF. Cette droite AI est l'enveloppe cherchée, courbe de sûreté des jets paraboliques. Le point M où la parabole CG touche son enveloppe est à la rencontre de la bissectrice AI avec la perpendiculaire FM élevée en F à la droite AF.

Lorsque la paroi est verticale, les droites AF et AB coïncident, et la ligne de sûreté est la droite inclinée à l'horizon du demi-angle droit.

On peut généraliser cette solution pour l'appliquer à une forme de paroi quelconque. Soit AB *(fig. 2)* le profil de la paroi, à laquelle on suppose une forme cylindrique avec génératrices horizontales, perpendiculaires au plan de la figure. Prenons un point C sur la courbe AB. De ce point abaissons CD perpendiculaire sur AA′, et menons la normale CE à la courbe. Soit F le point symétrique du point D par rapport à CE. Nous obtiendrons ainsi un point F correspondant au point C, et qui sera le foyer de la parabole décrite par les molécules liquides issues de l'orifice ouvert en C. Le point où cette parabole touchera son enveloppe est le point M, centre du cercle tangent en F à la courbe AF, et tangent à la droite A′A″. Menons donc en F la tangente FR à la courbe lieu des points F. Le point M sera sur la bissectrice de l'angle FRA″, et sur la normale FM à la courbe AF. On peut observer que la bissectrice RM touche aussi au point M

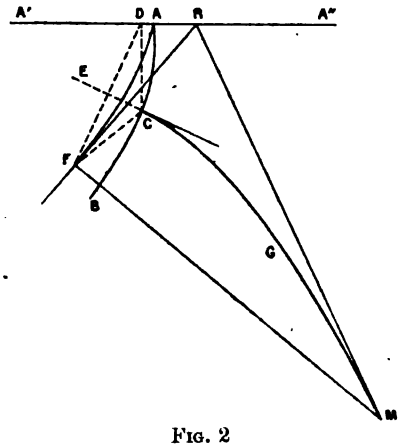


Fig. 2

l'enveloppe cherchée ; de sorte que l'enveloppe des bissectrices R M est identique à l'enveloppe des jets paraboliques C G.

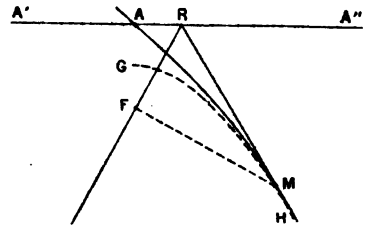


FIG. 3

On peut se proposer de résoudre le problème inverse : *étant donné la courbe de sûreté* A H *des jets paraboliques* (fig. 3), *et connaissant la position* A'A'' *du plan d'eau, trouver la forme de la paroi qui correspond à cette courbe.*

Menons en un point M de la courbe de sûreté une tangente M R, jusqu'à la rencontre en R avec la directrice A' A''. Cette droite M R sera la bissectrice de l'angle F R A'', formé par A' A'' et la tangente à courbe lieu des foyers F ; et par suite on aura une droite contenant le foyer correspondant au jet parabolique qui touche en M la courbe de sûreté, en faisant l'angle F R M = M R A'' ; le point F lui-même s'obtiendra en abaissant M F perpendiculaire sur R F. Connaissant le foyer F et la directrice A' A'', on peut tracer la parabole M G qui passe au point M. A chaque point M de la courbe donnée A H, correspond donc une parabole M G tangente à la courbe en ce point. Ces paraboles devant être normales à la paroi au point où elles la rencontrent, le profil de la paroi est la trajectoire orthogonale des paraboles M G ; et cette définition de la courbe suffit pour la préciser entièrement, car si l'intégration de l'équation différentielle des trajectoires orthogonales introduit dans la solution une constante arbitraire, on sait que la courbe cherchée doit passer par le point A, ou la courbe donnée rencontre la directrice, ce qui détermine la valeur de la constante.

Lorsque l'enveloppe donnée est une droite A I *(fig. 1)*, on reconnaît facilement que les paraboles M G dont on aura à chercher les trajectoires orthogonales, sont des courbes semblablement placées par rapport au point A, centre de similitude, de sorte que la trajectoire orthogonale passant par le point A est la normale abaissée de ce point sur l'une quelconque de ces paraboles; le rayon vecteur A C, normal à l'une, sera normale à toutes les autres.

ourbe de sûreté correspondante aux trajectoires paraboliques décrites par des molécules lancées, avec une même vitesse donnée, par la périphérie d'une roue mobile autour d'un axe horizontal.

Soit O le centre de la roue, projection de son axe, et soit v_0 la vitesse e son pourtour. Si a est son rayon, la vitesse angulaire sera égale à

$= \omega$.

Nous commencerons par chercher si toutes les molécules accompagnant la roue sont lancées au dehors, et s'il y en a qui suivent la roue sur un certain parcours sans se détacher de la jante circulaire.

Considérons une molécule A dans la position définie par l'angle $\alpha = AOz$ du rayon O A avec la verticale (*fig. 4*). Nous supposons que le mouvement de la roue s'opère dans le sens de la flèche *f*, c'est-à-dire de gauche à droite. La molécule est animée de la vitesse linéaire v_0. A cette vitesse correspond une hauteur $h = \frac{v_0^2}{2g}$, qui, prise verticalement à partir du point A, fait connaître la directrice B C de la parabole décrite par un point pesant, supposé libre, lancé au point A avec la vitesse v_0. Cette parabole est tangente en A au cercle ; et d'après un théorème connu, son rayon de courbure en A est égal au double de la portion de normale A C comprise entre la courbe et sa directrice. On a donc pour le rayon de courbure ρ de la parabole

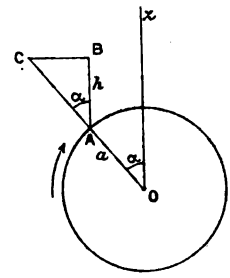


Fig. 4

$$\rho = 2\,AC = \frac{2h}{\cos\alpha}.$$

Suivant que ρ sera $< OA$, $= OA$, $> OA$, la parabole décrite rentrera dans le cercle, sera osculatrice au cercle, ou lui sera extérieure. Dans les deux premiers cas, le mouvement parabolique est impossible si la matière de la roue fait obstacle au rapprochement du centre ; il n'est admissible que dans le troisième, c'est-à-dire lorsqu'on a l'inégalité $\frac{2h}{\cos\alpha} > a$.

Il y a donc divers cas à distinguer, suivant la grandeur de *h*, c'est-à-dire suivant la valeur de la vitesse v_0.

1° Si l'on a $2h < a$, c'est-à-dire $v_0 < \sqrt{ga}$, on pourra déterminer un angle réel α, compris entre 0 et $\frac{\pi}{2}$, satisfaisant à l'égalité

$\frac{2h}{\cos\alpha} = a$, ou $\cos\alpha = \frac{2h}{a} = \frac{v_0^2}{ga}$, quantité moindre que l'unité ; à cette valeur du cosinus correspondent deux angles AOz, $-A'Oz$, qui définissent deux paraboles A G, A′ G′, osculatrices à la circonférence (*fig. 5*) ; considérées toutes deux dans le sens du mouvement, l'une A G rentre dans le cercle, l'autre A′ G′ en sort ; à fortiori les paraboles issues des points de l'arc A E A′ entament le cercle et ne peuvent servir de tra-

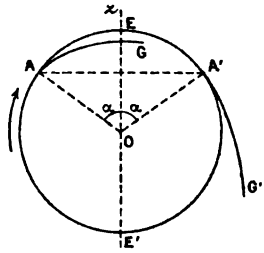


Fig. 5

jectoires effectives pour le point pesant si la roue forme un solide plein. Par conséquent les seules paraboles extérieures au cercle sont celles qui sont issues des divers points de l'arc A′ E′ A, tandis que les molécules suivent la circonférence et ne se détachent pas de la roue sur l'arc complémentaire A E A′.

2° Lorsque $2h = a$, ou lorsque $v_0 = \sqrt{ga}$, on se trouve dans le cas-limite où l'arc A E A′ se réduit au point E, point le plus haut sur le cercle ; la parabole engendrée par la molécule issue de ce point est surosculatrice au cercle puisqu'elle a son sommet au point E, et elle est extérieure à la circonférence.

3° Lorsqu'enfin on a $2h > a$, ou $v_0 > \sqrt{ga}$, toutes les molécules s'échappent tangentiellement au pourtour de la roue ; il y a cependant encore une distinction à faire entre elles : les unes retombent sur la roue et sont relancées par elle, tandis que les autres parcourent des trajectoires entièrement extérieures au cercle donné.

On remarquera l'analogie de la relation $v_0 = \sqrt{ga}$, qui sépare les divers cas à considérer, avec la formule qui donne la *vitesse de propagation des ondes solitaires* à la surface d'un canal hozizontal de profondeur uniforme a ; avec celle qui permet de distinguer en hydraulique les cours d'eau en deux classes, les *rivières* si $v_0 < \sqrt{ga}$, et les *torrents* si $v_0 > \sqrt{ga}$: les raccordements superficiels des remous s'opèrent dans le premier cas avec la surface du régime uniforme, tandis que, dans le second, le passage est brusque et s'opère par *ressaut superficiel* ; avec la formule de propagation du son dans l'air, etc.

Nous chercherons ici l'enveloppe des trajectoires réelles ou fictives ; la solution sera applicable sans réserve au troisième cas, celui des grandes vitesses, le plus intéressant au point de vue pratique. Elle sera applicable aussi au premier cas, mais avec des restrictions qu'on indiquera plus loin.

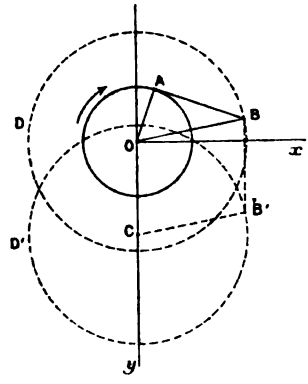


Fig. 6

Considérons une molécule A qui, à un certain instant, quitte la roue avec la itesse v_0 (*fig. 6*). Si la pesanteur n'agis-ait pas, cette molécule décrirait pendant e temps t une longueur $AB = v_0 t$ sur a tangente ; toutes les molécules qui uittent au même instant la jante de la oue occupent donc au bout du temps t ne circonférence concentrique, de rayon

$OB = \sqrt{a^2 + v_0^2 t^2}$. Mais pendant ce même temps t la pesanteur fait tomber toutes ces molécules d'une même quantité $BB' = \frac{1}{2} g t^2$. Elles sont donc en réalité au bout du temps t sur la circonférence $B'D'$ que l'on obtient en abaissant la circonférence BD de la quantité BB'; cela revient à abaisser en C le centre O de cette circonférence, de la quantité $OC = \frac{1}{2} g t^2$, en lui conservant son rayon.

Rapportons la circonférence $B'D'$ à deux axes, l'un Ox horizontal, l'autre Oy vertical et descendant. L'équation de la circonférence sera

$$(1) \qquad x^2 + \left(y - \frac{1}{2} g t^2\right)^2 = a^2 + v_0^2 t^2.$$

Remarquons d'ailleurs que l'enveloppe des circonférences obtenues en faisant varier t dans cette équation, est la même que l'enveloppe des trajectoires paraboliques décrites par les diverses molécules ; car les deux séries de courbes couvrent la même région du plan. Il suffit donc pour résoudre la question de prendre la dérivée de l'équation (1) par rapport au paramètre variable t, et de l'égaler à zéro, puis d'éliminer t entre les deux équations ainsi formées.

Il vient, en développant l'équation (1),

$$x^2 + y^2 - gyt^2 + \frac{1}{4} g^2 t^4 - a^2 - v_0^2 t^2 = 0,$$

et, en égalant à zéro la dérivée par rapport à t,

$$(2) \qquad -2gyt + g^2 t^3 - 2v_0^2 t = 0.$$

On peut supprimer le facteur t dans cette dernière équation ; elle se réduit à la forme

$$g^2 t^2 = 2gy + 2v_0^2.$$

On en déduit

$$\frac{1}{2} g t^2 = y + \frac{v_0^2}{g},$$

$$v_0^2 t^2 = \frac{2v_0^2}{g} y + 2\left(\frac{v_0^2}{g}\right)^2.$$

Posons, pour simplifier l'écriture, $\frac{v_0^2}{2g} = h$, hauteur due à la vitesse v_0 ; il viendra en substituant dans l'équation (1)

$$(3) \qquad x^2 = 4hy + a^2 + 4h^2,$$

équation d'une parabole à axe vertical, qui est l'enveloppe cherchée : elle a pour sous-normale constante la quantité $2h$.

Cherchons tout d'abord si la parabole (3) peut avoir des points communs avec le cercle donné, c'est-à-dire avec la courbe

$$x^2+y^2=a^2.$$

On élimine x en retranchant les deux équations membre à membre; ce qui donne

$$y^2+4hy+4h^2=(y+2h)^2=0.$$

de sorte que l'horizontale $y=-2h$ est une sécante double commune aux deux courbes. Mais cette sécante peut être sécante effective ou sécante idéale. Il suffit, pour distinguer ces deux cas, de chercher la valeur de x correspondante à $y=-2h$. Il vient

$$x=\pm\sqrt{a^2-4h^2}.$$

Les points communs sont donc réels si $2h<a$, ou si $v_0^2<ag$,
» » confondus en un seul si $2h=a$, » $v_0^2=ag$,
» » et imaginaires si $2h>a$, » $v_0^2>ag$,

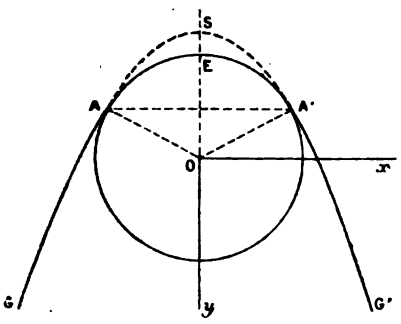


Fig. 7

On retrouve les trois cas examinés plus haut. Lorsque $2h<a$, c'est-à-dire dans le premier cas, la parabole-enveloppe et le cercle donné ont un double contact sur la droite $y=-2h$, et si l'on cherche l'angle α correspondant, on retrouve les points définis par $\cos\alpha=\frac{2h}{a}=\frac{v_0^2}{ga}$, c'est-à-dire les points A et A′ de la figure 5. La courbe de sûreté (*fig.* 7) est la parabole G A A′ G′, doublement tangente à la circonférence de la roue aux points A et A′; et puisque l'arc A E A′ ne donne lieu à aucune trajectoire parabolique, les molécules suivant le long de cet arc le ourtour de la roue, la portion A S A′ de la parabole forme un arc arasite et doit être remplacée par l'arc de cercle A E A′. La vraie enveoppe se réduit aux arcs G A, A′ G′ de parabole, raccordés par l'arc e cercle intermédiaire.

Plaçons-nous dans le troisième cas, et supposons $2h>a$. La sécante ommune ne rencontre plus les courbes.

Faisons dans l'équation (3) $x=\pm a$, puis $x=0$.

Il viendra

$$\text{pour } x = \pm a, \qquad y = -h,$$

$$\text{et pour } x = 0, \qquad y = -\left(h + \frac{a^2}{4h}\right).$$

On aura donc 3 points de la parabole en élevant en P et P′ *(fig. 8)*, aux extrémités du diamètre horizontal, des verticales P Q, P′ Q′ égales à h, et en prenant sur l'axe OY, à partir du point K milieu de Q Q′, une quantité $\frac{a^2}{4h}$ dans le sens montant. Si l'on prend le milieu I du rayon horizontal, qu'on joigne Q I, et qu'on élève en I une perpendiculaire I R sur la droite I Q, le segment P R, déterminé sur le prolongement de Q P par la droite I R, sera égal à $\frac{a^2}{4h}$, et donnera la quantité dont il faut surélever le point K pour obtenir le sommet de la parabole. Si l'on porte cette même quantité de O en F sur l'axe O y dans le sens montant, on obtiendra un point F qui sera le foyer de la courbe enveloppe.

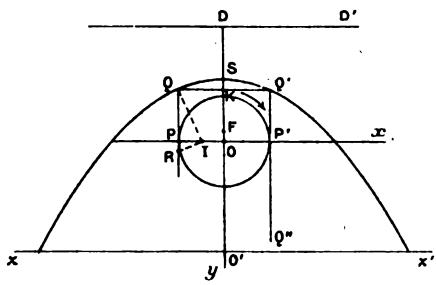


Fig. 8

Le sommet S est à la hauteur h au-dessus du foyer F, et la directrice D D′ se trouve par conséquent à la hauteur F D $= 2h$ au-dessus du même point, ou à la cote $2h + \frac{a^2}{4h}$ au-dessus du point O.

La droite verticale P Q, tangente en P au cercle, est la trajectoire décrite par la molécule qui abandonne la roue au point P; cette molécule monte verticalement jusqu'au point Q, puis redescend par le même chemin. La droite P Q′ indique, par sa direction indéfinie, la trajectoire de la molécule issue du point P′; mais cette molécule descend au lieu de monter, et fait le trajet dans le sens P′ Q″, au lieu de monter et de redescendre comme la molécule P.

Soit $z z'$ le niveau du sol, supposé horizontal (*fig. 8*), et soit O O′ = H la hauteur de l'axe de la roue au-dessus de ce plan. On aura pour la hauteur O′S du sommet de la parabole de sûreté au-dessus de $z z'$,

$$O'S = H + h + \frac{a^2}{4h},$$

et pour la demi-largeur O′ z = O′ z' de l'espace occupé sur le sol par

la parabole de sûreté et exposé à recevoir les projections de la jante en mouvement,

$$O'z' = x = \sqrt{4h\,H + a^2 + 4h^2} = \sqrt{4h\left(H + h + \frac{a^2}{4h}\right)}.$$

L'aire parabolique $z\,S\,z'$, qui comprend tous les points menacés ou occupés par la roue, a pour mesure

$$\frac{2}{3} z z' \times O'S = \frac{8}{3}\sqrt{h}\left(H + h + \frac{a^2}{4h}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

Ces formules sont applicables au cas où $v_0 > \sqrt{ga}$, et elles s'appliquent à la limite lorsque $v_0 = \sqrt{ga}$, ce qui revient à $h = a$. Elles ne s'appliquent plus au cas où $v_0 < \sqrt{ga}$, parce qu'alors le contour limite est donné par le segment parabolique G A A′ G′, terminé à l'horizontale A A′, et augmenté du segment circulaire A E A′ (*fig. 7*).

Si $H = a$, ou si la roue est montée de manière à raser à sa partie inférieure le niveau du sol (*fig. 9*), on a

$$O\,S = a + h + \frac{a^2}{4h} = \frac{(a+2h)^2}{4h},$$

$$O\,z = x = \sqrt{4ah + a^2 + 4h^2} = a + 2h.$$

et l'aire parabolique est égale à

$$\frac{1}{3}\frac{(a+2h)^3}{h}.$$

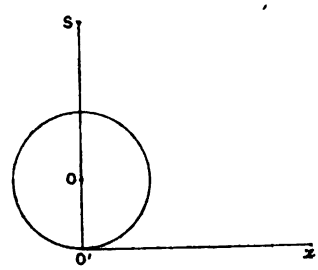


FIG. 9

Observations sur les trajectoires des molécules

Cherchons d'abord de quel point A de la jante part la molécule qui atteint le point le plus haut S de la courbe-enveloppe (*fig. 10*).

La vitesse v_0 de la molécule issue d'un point A quelconque a pour ·mposante verticale $v_0 \sin\alpha$, si l'on appelle α l'angle A O z que fait rayon O A avec la verticale ; cet angle est compté en sens contraire mouvement de la roue.

)n sait qu'un point pesant, lancé avec la vitesse v_0 faisant avec ›rizon l'angle α, s'élève, au maximum, au-dessus de son point de part, de la quantité $\frac{(v_0 \sin\alpha)^2}{2g}$, hauteur due à la composante verti-

cale de la vitesse initiale. Soit donc z la cote du point le plus haut atteint par le projectile lancé par le point A, au-dessus du niveau xx' du centre de la roue, on aura

$$z = a \cos \alpha + \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \alpha = a \cos \alpha + h \sin^2 \alpha,$$

quantité variable avec l'angle α. Cherchons son maximum, en égalant la dérivée à zéro. Il vient

$$2h \sin \alpha \cos \alpha - a \sin \alpha = 0,$$

équation qui se décompose en deux autres,

$$\sin \alpha = 0 \qquad \text{ou} \qquad \cos \alpha = \frac{a}{2h}.$$

La première définit les points B et B′, où les molécules sont lancées horizontalement. La seconde détermine le point A d'où part la molécule qui vient toucher l'enveloppe en son point S le plus haut. La valeur de z correspondante est

$$z = a \times \frac{a}{2h} + h \times \left(1 - \frac{a^2}{4h^2}\right) = h + \frac{a^2}{4h},$$

valeur que nous avons trouvée en effet pour l'ordonnée maximum O S de la courbe de sûreté.

La trajectoire issue du point A est la parabole A S A′, tangente au cercle en A, et tangente aussi en A′. La hauteur $OG = \frac{a^2}{2h}$ est double de la distance $OF = \frac{a^2}{4h}$, qui détermine sur l'axe Oz le foyer F de la courbe-enveloppe. Les points A et A′ ne sont réels qu'autant qu'on a $a < 2h$, ce qui revient à la condition $v_0 > \sqrt{ga}$.

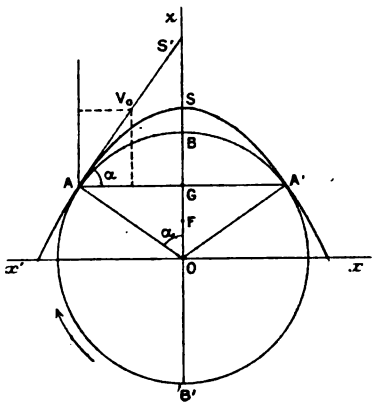


Fig. 10

La tangente A S′ au cercle et à la parabole trajectoire, coupe l'axe Oz en un point S′ qui est à la cote $z = 2h$ au-dessus du centre de la roue. En effet on a dans le triangle rectangle O A S′, rectangle en A,

$$OS' \times OG = \overline{OA}^2,$$

et par suite

$$OS' = \frac{\overline{OA}^2}{OG} = \frac{a^2}{\left(\frac{a^2}{2h}\right)} = 2h,$$

quantité indépendante du rayon de la roue. On peut ajouter que le foyer f de la trajectoire est à la hauteur h au-dessus du point O, c'est-à-dire au milieu de O S′.

La parabole A S A′, bitangente au cercle, conduit à partager les trajectoires en deux classes bien distinctes, suivant les points dont elles sont issues.

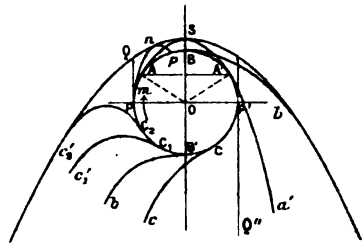


Fig. 11

Le point P, à l'extrémité du rayon horizontal O P, lance verticalement la molécule suivant la droite P Q (*fig. 11*); elle redescend en suivant la même droite. Le point A lui fait décrire la parabole A S A′ a', qui touche le cercle en A et A′. Entre P et A, tout point m du cercle est le point de départ d'une parabole mnp qui recoupe la circonférence en un point p. Tous les autres points sont les points de départ de paraboles telles que Bb, Cc, B′b', C$_1$ c_1, C$_2$ c_2..., et de la verticale descendante P′ Q′, qui sont extérieures au cercle donné et n'ont qu'un point commun avec lui. On peut donc dire que l'arc P A est le seul qui donne lieu à des *ricochets* sur la roue, et l'appeler, pour abréger le langage, l'*arc ricochant*. Cet arc correspond à un angle au centre égal à $\frac{\pi}{2} - \alpha$; c'est l'angle dont le sinus est $\frac{a}{2h}$; il diminue de plus en plus à mesure que h augmente, c'est-à-dire à mesure que la vitesse de la zone s'accroît: pour les très grandes vitesses, il devient négligeable.

La molécule tombée en p sur la roue peut rebondir pour décrire une nouvelle parabole; mais en général, elle commence par adhérer à la jante de la roue, de manière que, si elle s'en sépare plus loin, elle est encore lancée tangentiellement avec la vitesse v_0, et décrit une des paraboles qui nous ont servi à déterminer l'enveloppe. En ı ımé les ricochets sur la roue] vent ne pas altérer la courbe de ; ·té d'une manière sensible.

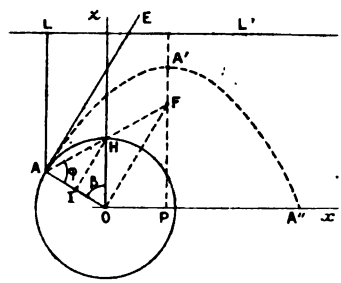


Fig. 12

it A A′ A″ une trajectoire parabolique partant tangentiellement ; ·rcle au point A, défini par l'angle z O A = β (*fig. 12*).

sur la verticale du point A nous prenons une hauteur

$AL = h = \frac{v_0^2}{2g}$, nous aurons en l'horizontale L L′ la directrice de la trajectoire.

Pour avoir le foyer F, il suffira d'abaisser du point L une perpendiculaire sur la tangente A E, et de la prolonger d'une quantité égale jusqu'au point F. Ce point F, symétrique du point L par rapport à la tangente, sera le foyer, et l'on aura A F = A L.

Si l'on joint A F, il est facile de reconnaître que l'angle F A O est égal à l'angle A O $z = \beta$. Soit en effet F A O $= \varphi$, angle inconnu. L'angle L A O est le supplément de l'angle A O z, à cause des parallèles O z, O L; et les deux angles L A E, E A F sont égaux, par construction. De plus l'angle E A O est droit, puisque A E est tangente au cercle.

Donc $EAF = \frac{\pi}{2} - \varphi$; et par suite on a la relation

$$\varphi + 2\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) = \pi - \beta.$$

d'où l'on déduit $\varphi = \beta$.

Il en résulte que la droite I H, élevée perpendiculairement au milieu du rayon O A, coupe l'axe O z en un point H, qui est sur la direction A F. On pourra donc mener la droite A H et prendre sur sa direction une longueur A F $= h$; on obtiendra ainsi le foyer. La droite A F fait l'angle 2 β avec la verticale.

Soient $x =$ O P, $z =$ P z les coordonnées du point F. On aura

$$x = -a \sin\beta + h \sin 2\beta,$$
$$z = a \cos\beta - h \cos 2\beta.$$

Pour avoir l'équation du lieu du point F quand β varie, il faut éliminer β entre ces deux équations. Mais le triangle A O F, où l'on a A F $= h$, O A $= a$, et F A O $= \beta$, donne l'équation

$$x^2 + z^2 = a^2 + h^2 - 2\,ah \cos\beta.$$

Elle définit le cosinus de l'angle β, ce qui permet d'exprimer aussi cos 2 β en fonction des coordonnées. Substituant dans la seconde équation, il vient pour l'équation du lieu

$$z = \frac{a^2 + h^2 - x^2 - z^2}{2h} - h\left[2\left(\frac{a^2 + h^2 - x^2 - z^2}{2ah}\right)^2 - 1\right].$$

La courbe est du quatrième ordre.

Proposons-nous de construire la trajectoire qui passe par un point donné M, défini par ses coordonnées $x_1 =$ O R, $z_1 =$ R M (*fig. 13*).

Le problème revient à chercher sur la circonférence donnée le point A d'où part la trajectoire qui passe au point M. Ce point A fait connaître la directrice et le foyer, et donne tout ce qu'il faut pour décrire la courbe.

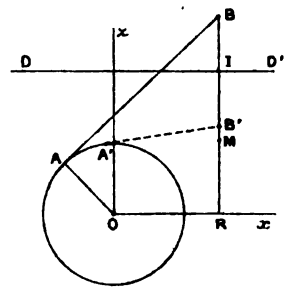


Fig. 13

Menons la tangente en A, et prolongeons-là jusqu'à la rencontre en B avec l'ordonnée du point M. Nous pouvons considérer la distance A B comme celle qui serait parcourue par la molécule animée de la vitesse constante v_0, pendant un certain temps t inconnu, si la pesanteur n'agissait pas sur elle; la droite verticale B M sera alors le chemin décrit pendant ce même temps t par la molécule que la pesanteur fait tomber jusqu'au point M, où elle se trouve en réalité au bout du temps t. On a donc à la fois

$$AB = v_0 t,$$

$$BM = \frac{1}{2} g t^2.$$

Eliminons t entre ces deux équations; nous aurons

$$\frac{\overline{AB}^2}{BM} = \frac{2 v_0^2}{g} = 4h.$$

Le problème est ramené à une question de géométrie : trouver sur la droite R M un point B tel, que le carré de la tangente B A, menée de ce point au cercle donné O, soit égal au produit du segment B M par une quantité constante $2h$.

Si nous prenons pour inconnue l'ordonnée z du point B, on aura, en observant que

$$\overline{AB}^2 = \overline{OB}^2 - \overline{OA}^2 = x_1^2 + z^2 - a^2,$$

l'équation du second degré

$$(1) \qquad x_1^2 + z^2 - a^2 = 4h(z - z_1).$$

Elle donne successivement

$$(z - 2h)^2 = a^2 + 4h^2 - (4hz_1^2 + x_1^2),$$

par suite

$$z = 2h \pm \sqrt{a^2 + 4h^2 - (4h^2_1 + x_1^2)}.$$

Le radical est facile à construire géométriquement. Supposons la

construction faite. Si l'on prend sur l'ordonnée la quantité $RI = 2h$, il suffira de porter de I en B dans le sens positif, puis de I en B′ dans le sens négatif, la valeur du radical sur la même droite, pour avoir les deux solutions du problème en B et B′.

Les deux solutions sont réelles et distinctes si la quantité sous le radical est positive. Elles se réduisent à une solution si le point M est pris sur la courbe-enveloppe; et par suite on aura l'équation de la courbe de sûreté en posant

$$a^2 + 4h^2 - 4hz_1 - x_1^2 = 0,$$

ce qui est en effet l'équation trouvée plus haut pour l'enveloppe des paraboles, sauf le changement y en $-z_1$, dû au changement du sens attribué à l'axe vertical.

En dehors de la courbe de sûreté, les solutions sont imaginaires.

On remarquera que pour la réalité de la solution il faut, non seulement que les valeurs de z soient réelles, mais aussi que les points B et B′ soient extérieurs au cercle, pour qu'on puisse mener les tangentes B A, B′ A′, et qu'ils soient au-dessus du point M, pour que les segments B M, B′ M, représentent bien la chute effective du point mobile sous l'action de la pesanteur. Ces conditions seront toujours remplies si le radical est réel. Elles rentrent d'ailleurs l'une dans l'autre en vertu de l'équation (2). Car si $x_1^2 + z^2$ est plus grand que a^2, z est plus grand que z_1.

L'ordonnée du point I, milieu de l'intervalle B B′ des deux positions admissibles pour le point B, est égale à $2h$, de sorte que le lieu des points I est la directrice D D′ de la courbe de sûreté. Il résulte de cette observation une méthode pour trouver le point où une parabole issue d'un point A quelconque touche son enveloppe. Au point A menons une tangente A B à la roue, et soit B le point où elle coupe la directrice D D′, prise à la cote $OH = 2h$ au-dessus du point O (*fig. 14*). Abaissons de ce point une verticale B M, sur laquelle nous prendrons

$$BM = \frac{\overline{AB}^2}{4h} = \frac{\overline{AB}^2}{2OH}.$$

Le point M sera le point cherché. Si l'on prend $OF = \frac{a^2}{4h}$, on aura en F le foyer de la courbe-enveloppe, et l'on aura aussi par conséquent $MF = MB$.

La solution revient donc à joindre B F, et à élever K M perpendiculaire au milieu de la droite de jonction. Le point M sera à la

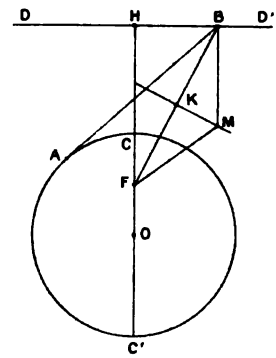


Fig. 14

rencontre de K M et de la verticale du point B. La construction montre que les paraboles issues des points C, C′ du cercle, où la tangente est horizontale, ne touchent leur enveloppe qu'en un point infiniment éloigné.

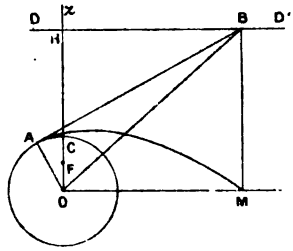


Fig. 15

Pour trouver le point A qui réalise le maximum de la portée sur la droite horizontale Ox menée par le centre de la roue, on observera qu'en menant en ce point la tangente A B à la circonférence, et en appelant B le point où elle coupe la droite D D′ à la cote $2h$, le point M, pied de la perpendiculaire abaissée du point B sur l'axe O x, soit un point de l'enveloppe, c'est-à-dire tel qu'on ait

$$\overline{AB}^2 = BM \times 4h.$$

Mais BM est alors égal à $2h$. Donc $\overline{AB}^2 = 8h^2$ et $AB = 2h\sqrt{2}$.

Il en résulte $\overline{OB}^2 = 8h^2 + a^2$; et $\overline{OM}^2 = 8h^2 + a^2 - 4h^2 = a^2 + 4h^2$.

En définitive $OM = \sqrt{a^2 + 4h^2}$,

ce que donnerait d'ailleurs l'équation de l'enveloppe, en y faisant $y = 0$. L'angle correspondant $\alpha = z\,O\,A$ est donné par l'une ou l'autre des équations

$$a\cos\alpha + 2h\sqrt{2}\sin\alpha = 2h,$$

$$2h\sqrt{2}\cos\alpha - a\sin\alpha = \sqrt{a^2 + 4h^2}.$$

Si on les résout en considérant sin α et cos α comme des inconnues indépendantes, il vient pour sin α

$$\sin\alpha = \frac{4h^2\sqrt{2} - a\sqrt{a^2 + 4h^2}}{8h^2 + a^2},$$

de sorte que la chute verticale de la molécule qui arrive au point M est égale à

$$a\sin\alpha = \frac{4ah^2\sqrt{2} - a^2\sqrt{a^2 + 4h^2}}{8h^2 + a^2}.$$

Sa vitesse au point A étant égale à v_0, la vitesse en M sera donnée r l'équation

$$v^2 = v_0^2 + 2\,ga\sin\alpha.$$

Le point issu du point A n'est pas celui qui possède la plus grande esse en traversant la droite O x ou toute autre droite parallèle; si

v est la vitesse à la rencontre du plan dont la cote est z, v_0 étant celle qu'il possède au départ, à la cote z_0, on aura toujours

$$v^2 = v_0^2 + 2g\,(z_0 - z),$$

et le maximum de v correspond au maximum de z_0, c'est-à-dire au point qui part de l'extrémité supérieure, C, du diamètre vertical de la roue.

Remarque sur la courbe de sûreté, considérée à un point de vue géométrique

Nous avons obtenu une parabole B S B′ *(fig. 16)*, dont le foyer F est à une hauteur $\frac{a^2}{4h}$ au-dessus du centre O de la roue, et dont la directrice est à la hauteur $2h$ au-dessus du foyer F. Dans cette expression h est la hauteur due à la vitesse v_0 de la circonférence extérieure de la roue.

Considérons une autre circonférence ayant son centre O′ en un point de l'axe $z\,y$, et telle que son rayon O′ D soit égal à $\sqrt{4h \times \mathrm{FO}}$. Si nous imaginons que cette circonférence reçoive une vitesse linéaire v_0 autour de son centre O′, la courbe de sûreté qui correspondra à cette hypothèse sera encore la parabole B S B′; car le point F et la directrice élevée à la hauteur $2h$ au-dessus de ce point, seront les mêmes pour la roue O′ D que pour la roue O P, pourvu que les vitesses périphériques soient égales.

Rapportons le lieu des points D, extrémités du rayon horizontal de ces différents cercles, qui sont équivalents au point de vue de la courbe de sûreté, à deux axes rectangulaires, l'un horizontal et mené par le foyer F, l'autre vertical F y. Soit F O′ $= m$ l'ordonnée, et O′ D $= r$ l'abscisse correspondante. On aura entre ces deux quantités la relation

$$r^2 = 4hm,$$

qui définit une parabole p F p', laquelle n'est autre que la parabole B S B′ descendue parallèlement à l'axe F y de la quantité h.

Tous les cercles représentés par l'équation

$$(y - m)^2 + x^2 = r^2 = 4hm$$

auront pour courbe de sûreté

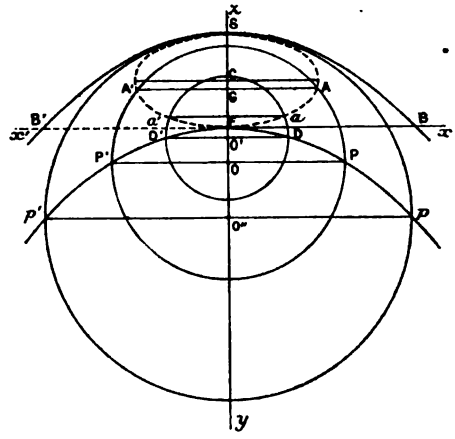


Fig. 16

correspondante une seule et même parabole, la parabole B S B′.

Si l'on fait $m=0$, on réduit le cercle au point F. La parabole B S B′ est la courbe de sûreté du tir parabolique effectué au point F, v_0 étant la vitesse communiquée au projectile.

A chaque rayon r correspond une vitesse angulaire de la circonférence égale à $\omega=\frac{v_0}{r}=\sqrt{\frac{g}{2m}}$,

puisque $v_0=\sqrt{2gh}$ et $r=\sqrt{4hm}$. On remarquera l'analogie de cette expression de ω avec celle qui définit la position d'équilibre d'un pendule conique, animé autour de son axe vertical d'une vitesse angulaire ω, et dont l'angle d'écart serait tel, que la sous-normale soit égale à $2m$.

Pour que la courbe de sûreté soit, sans exception, la parabole B S B′ toute entière, il faut qu'on ait $v_0 \geqq \sqrt{gr}$, ou $2h \geqq r$. Cette relation limite la valeur de m; l'ordonnée du centre ne doit pas dépasser h. Car pour $m=h$, on a $r=2h$, et $v_0=\sqrt{gr}$. Le cercle correspondant p S p' touche la parabole B S B′ en son sommet S.

Si l'on donne à m une valeur plus grande, le rayon r croît au-delà de $2h$, et les cercles ont alors un double contact avec la parabole B S B′ suivant une droite horizontale, qui représente une sécante double commune aux deux courbes. La portion de parabole comprise au-dessus de cette sécante double ne fait plus alors partie de la courbe de sûreté.

Remarquons enfin que, d'après ces propriétés, l'enveloppe des cercles

$$(y-m)^2+x^2=4hm$$

quand on fait varier m, est la parabole de sûreté B S B′, savoir

$$x^2=4hy+4h^2,$$

de sorte que *les cercles tels que* O P, O″ p,... *représentent à la fois des roues animées à leur circonférence de la vitesse* v_0, *et les circonférences occupées simultanément par les molécules lancées par l'une de ces roues avec la vitesse* v_0, telles que nous les avons considérées pour chercher l'enveloppe. Il suffirait de rapporter les cercles à des axes O′ X′, O′ Y, pour faire ressortir algébriquement l'identité des deux théories.

Cherchons enfin, sur les divers cercles qui correspondent à une même courbe enveloppe, le lieu des points A qui lancent la molécule jusqu'au sommet S de la courbe de sûreté. Nous ferons varier seule-

ment m = F O de 0 à h, puisqu'au delà, on aurait $v_0 < \sqrt{gr}$, et les points A seraient imaginaires.

L'équation de l'un des cercles est

$$(y - m)^2 + x^2 = 4\,hm.$$

La distance O G du centre à la corde horizontale sur laquelle est située le point A est double de la distance O F = m. L'équation de cette corde est donc

$$y = -m.$$

Éliminons m entre les deux équations ; il viendra pour l'équation du lieu

$$4\,y^2 + x^2 + 4\,hy = 0.$$

Le lieu est donc une ellipse qui passe aux points F et S ; elle a pour petit axe la droite S F, pour centre le milieu C de cette droite ; pour grand axe une droite égale à $2h$. Le plus grand cercle qui rentre dans la limite donnée, et qui correspond à $m = h$, est à la fois osculateur à la parabole de sûreté B S B′ et à l'ellipse lieu des points A. Le rayon de courbure au point S est en effet égal à O″ S = $2h$ pour les trois courbes.

Applications pratiques

Les *meules à aiguiser* les instruments tranchants plongent dans l'eau à leur partie inférieure et projettent des molécules liquides, accompagnées de particules métalliques qui prennent généralement feu pendant leur trajet dans l'air ;

Les *roues de voiture* ou de *bicyclettes* enlèvent à la chaussée sur laquelle elles roulent des graviers et autres petits matériaux, qu'elles lancent autour d'elles. On peut faire abstraction du mouvement de translation commun qui entraîne les roues et les voyageurs, et les courbes de sûreté restent les mêmes, dans le mouvement relatif, que si les roues tournaient autour de leur centre fixe ;

Les *essoreuses* que l'on fait tourner à grande vitesse, servent à dessécher les étoffes mouillées, par projection des molécules d'eau qu'elles renferment ;

Les *volants* des machines à vapeur fixes sont exposés à éclater ; et malheureusement cet accident n'est pas très rare, par suite des conditions dans lesquelles un volant est appelé à travailler. Comme il sert à régulariser le mouvement de la machine, il entraîne les corps tournants quand la vitesse se ralentit, et il est au contraire entraîné par eux lorsqu'elle s'accélère ; ces alternatives se répètent deux ou plusieurs fois pendant chaque période du régime établi. Les bras du

volant subissent ces influences, et sont fléchis dans le sens de la marche, puis en sens opposé, ce qui les fatigue et les prédispose à la rupture.

On se garantit tant bien que mal des éclaboussures des meules, des roues de voiture et des essoreuses, en installant des écrans à proximité de ces appareils ; les projections sont d'ailleurs alors plutôt désagréables que dangereuses. Mais on se défend très mal, dans les usines où il y a une machine à vapeur, du bombardement produit par la rupture d'un volant qui vient à éclater. De gros morceaux métalliques peuvent se détacher de la jante, percer les cloisons, les planchers, les toitures, et aller frapper au loin des ouvriers ou des passants.

Le calcul de l'établissement d'un volant conduit à égaler le produit $P\,v_0^2$, du poids P du volant par le carré de la vitesse linéaire moyenne de sa couronne, à une quantité connue, qui dépend du travail moteur transmis à chaque tour à la machine, du jeu propre à cette machine. suivant qu'elle est à simple effet, à double effet, à double manivelle, etc., enfin du coëfficient de régularisation que l'on veut adopter. Si le volant est calé sur l'arbre principal, et que ω soit sa vitesse angulaire, a le rayon de la jante, on aura $V_0 = a\,\omega$ et le produit $P\,V_0^2$ sera remplacé par $P\,a^2 \times \omega^2$. Or la vitesse angulaire ω est en général déterminée par l'allure de la machine et la nature de la fabrication à réaliser. Si elle est donnée, le produit $P\,a^2$ doit être déterminé, ce qui revient à dire que le moment d'inertie de la couronne par rapport à son axe de rotation doit être constant pour une machine donnée, travaillant dans des conditions bien définies.

Cette considération conduit à augmenter le rayon a de la couronne pour diminuer le poids P et réduire les résistances accessoires, qui augmentent avec le poids des pièces mobiles.

Mais d'autres considérations ne permettent pas d'aller bien loin dans cette voie de l'augmentation du rayon a. Il faut, en effet, que le volant résiste aux efforts qui y sont développés, et à vitesse angulaire ω égale, les flexions alternatives des bras, aussi bien que les tensions de la couronne, croissent rapidement avec le rayon a. Les considérations fondées sur la sécurité en cas de rupture conduisent aussi à imiter le rayon a, et à réduire le plus possible la hauteur H de l'axe du volant au-dessus du sol.

Nous avons obtenu pour la portée horizontale maximum à partir de l'aplomb de l'axe,

$$x = \sqrt{4h\left(H + h + \frac{a^2}{4h}\right)},$$

et pour la hauteur du sommet de la parabole de sûreté au-dessus du sol

$$H' = H + h + \frac{a^2}{4h}.$$

Dans ces deux formules h remplace $\frac{v_0^2}{2g} = \frac{a^2\omega^2}{2g}$, et il vient en faisant la substitution

$$x = a\sqrt{\frac{2H\omega^2}{g} + \frac{a^2\omega^2}{g^2} + 1},$$

$$H' = H + \frac{a^2\omega^2}{2g} + \frac{g}{2\omega^2}.$$

On voit immédiatement que x et H' diminuent avec H, de sorte que l'on réduit le champ dangereux en donnant à H la moindre valeur possible. Nous supposerons par exemple $H = 0$, en admettant que l'axe du volant coïncide avec le niveau du sol. On voit en même temps que x et H' diminuent quand on réduit le rayon a ; de sorte que les moindres rayons sont les plus avantageux au point de vue de la sécurité, comme au point de vue de la résistance [1]. Il est remarquable que l'expression de la hauteur H' contienne un terme $\frac{g}{2\omega^2}$ indépendant du rayon a ; de sorte que pour $H = 0$, $a = 0$, on ait encore d'après la formule $H' = \frac{g}{2\omega^2}$.

Le rayon a ne pouvant pas être augmenté sans inconvénient, si l'on a égard à la résistance et à la sécurité, et ne pouvant pas être diminué sans augmentation du poids P et des résistances accessoires, on est ramené à adopter pour a des valeurs moyennes, que l'expérience a conduit à déterminer.

Quelques exemples numériques éclairciront la théorie que nous avons exposée..

Nous supposerons un volant de 3^m de rayon, monté de telle sorte que son axe soit au niveau du sol. On aura

$$a = 3^m, \quad H = 0, \quad \sqrt{ga} = 5^m425.$$

1. Si le rayon a restait constant, et qu'on fit varier la vitesse angulaire, la hauteur H du point le plus haut de la courbe-enveloppe aurait pour minimum l'égalité des deux termes formant la somme

$$\frac{a^2\omega^2}{2g} + \frac{g}{2\omega^2},$$

dont le produit est constant ; elle est la plus petite possible, lorsqu'ils sont égaux, c'est-à-dire lorsque $\omega = \sqrt{\frac{g}{a}}$; on retrouve sous une autre forme la relation $v_0 = \sqrt{ga}$, caractéristique du *cas intermédiaire*, dans lequel la courbe-enveloppe touche le cercle en son point le plus haut.

Nous donnerons successivement au volant quatre vitesses, dont l'une sera la vitesse même de $5^m 425$, limite inférieure d'application de nos formules; puis une vitesse de 6^m environ, un peu supérieure à la limite; enfin, deux vitesses, l'une de 25^m, l'autre de 30^m, qui montreront l'extension des régions menacées, à mesure qu'on augmente la rapidité du mouvement.

Vitesse périphérique v_0.....	$5^m 425$	$6^m 105$	$25^m 055$	$30^m 040$
Nombre de tours du volant par minute.....	17,25	19,43	79,76	95,63
Hauteur $h = \frac{v_0^2}{2g}$	$1^m 50$	$1^m 90$	32^m »»	$46^m 00$
Hauteur $\frac{a^2}{4h}$ du foyer de la parabole de sûreté au-dessus du centre.....	$1^m 50$	$1^m 184$	$0^m 070$	$0^m 049$
Hauteur $h + \frac{a^2}{4h}$ du sommet de la parabole au-dessus du même point.....	$3^m 00$	$3^m 084$	$32^m 070$	$46^m 049$
Distance x menacée par les éclats du volant en avant et en arrière du centre, dans le plan horizontal....	$4^m 242$	$4^m 841$	$64^m 07$	$92^m 05$
Aire Ω de la parabole de sûreté, au-dessus du plan horizontal du centre.....	$16^{m^2} 968$	$19^{m^2} 907$	$273^{m^2} 96$	$315^{m^2} 19$
Vitesse maximum des fragments projetés au passage de l'horizontale menée par le centre.....	$5^m 425$	$9^m 804$	$26^m 203$	$31^m 004$
Angle α qui définit le point de départ de la parabole atteignant le point le plus haut de la courbe de sûreté.	0°	37° 52′	87° 19′	88° 08′
mplitude de l'arc ricochant évaluée en degrés.....	90°	52° 08′	2° 41′	1° 52′
- en fraction de la circonférence.....	$\frac{1}{4}=0,25$	0,145	0,0056	0,004

On voit par ce tableau que les éclats d'un volant de 3^m de rayon, tournant à la vitesse de 80 tours par minute, peuvent atteindre des points situés à 64 mètres de distance ; à 95 tours, ils peuvent atteindre jusqu'à 92 mètres. Les vitesses les plus grandes de ces éclats, s'ils ne rencontrent sur leur chemin aucun obstacle, peuvent s'élever respectivement à 26^m et à 31^m par seconde dans le plan horizontal du centre; ces vitesses sont celles de trains express marchant à 94 et à 111 kilomètres à l'heure. On peut d'après ces résultats se faire une idée exacte du danger auquel sont exposés les points voisins d'un volant animé d'une grande vitesse, s'ils sont à proximité de son plan moyen.

Note sur l'application aux voitures parcourant les routes

Si V_0 est la vitesse de la voiture, V_0 sera aussi la vitesse du pourtour de la roue dans son mouvement relatif autour de son centre supposé fixe. Si la voiture porte sur deux paires de roues inégales, de rayons a et a', la vitesse périphérique étant la même pour ces deux roues, on obtiendra deux paraboles enveloppes, ayant pour ordonnées maximum $a+h+\frac{a^2}{4h}$ pour l'une, $a'+h+\frac{a'^2}{4h}$ pour l'autre, et la quantité que nous avons appelée x, et qui mesure la distance horizontale à laquelle les projections peuvent être envoyées, aura deux valeurs,

$\sqrt{4h\left(a+h+\frac{a^2}{4h}\right)}=a+2h$ pour la première, $a'+2h$ pour la seconde.

L'aire Ω comprise sous la première parabole a pour mesure

$$\frac{2}{3}\times(2(a+2h))\times\left(a+h+\frac{a^2}{4h}\right)=\frac{1}{3}\frac{(a+2h)^3}{h} \text{ pour l'une,}$$

$$\text{et } \frac{1}{3}\frac{(a'+2h)^3}{h} \text{ pour l'autre.}$$

Mais l'aire totale menacée n'est la somme de ces deux quantités, qu'autant que les deux paraboles n'empièteront pas l'une sur l'autre, c'est-à-dire qu'autant qu'on aura $(a+2h)+(a'+2h')<L$, en appelant L l'intervalle des deux essieux d'avant et d'arrière.

Ces formules ne sont applicables que si $V_0 \geqq \sqrt{ga}$, ou que $h \geqq \frac{a}{2}$.

Soit par exemple une voiture ayant 2 paires de roues, de 1^m30 et de 0^m70 de diamètre. Nous ferons $a=0^m65$ et $a'=0^m35$ Suivant

qu'on les fera marcher à 12 kilomètres à l'heure, à 15 ou à 18, on aura, pour les vitesses par seconde,

$$V_0 = 3^m 333, \qquad V_0 = 4^m 166, \qquad V_0 = 5^m 000;$$

et pour les hauteurs dues à ces vitesses

$$h = 0^m 566, \qquad h = 0^m 885, \qquad h = 1^m 274;$$

ce qui donnera pour les roues de $1^m 30$

$$a + 2h = 1^m 78, \qquad a + 2h = 2^m 42, \qquad a + 2h = 3^m 204,$$

$$a + h + \frac{a^2}{4h} = \frac{(a+2h)^2}{4h} = 1^m 37, \quad \frac{(a+2h)^2}{4h} = 1^m 65, \quad \frac{(a+2h)^2}{4h} = 2^m 01,$$

et pour les roues de $0^m 70$

$$a' + 2h = 1^m 48, \qquad a' + 2h = 2^m 12, \qquad a' + 2h = 2^m 90,$$

$$\frac{(a'+2h)^2}{4h} = 0^m 96 \qquad \frac{(a'+2h)^2}{4h} = 1^m 27 \qquad \frac{(a'+2h)^2}{4h} = 1^m 65.$$

La somme $(a+2h) + (a'+2h) = (a+a') + 4h$ prend les valeurs

$$3^m 264 \qquad 4^m 540 \qquad 6^m 096$$

La distance des essieux étant en général moindre que la plus petite de ces sommes, les deux paraboles de sûreté se recouvriront en partie, et il pourra même se produire des ricochets d'une des roues sur l'autre.

M. C.-A. LAISANT

Docteur ès-sciences, Répétiteur à l'École Polytechnique, à Paris

APPLICATION GÉOMÉTRIQUE D'UNE PROPOSITION D'ALGÈBRE

[B 1]

— Séance du 5 août —

J'ai établi, il y a déjà plusieurs années (voir *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, 1894, p. 249) le théorème suivant, dont je me borne ici à indiquer l'énoncé :

f(x) *étant un polynôme entier de degré* n, *le déterminant*

$$\begin{vmatrix} n f(x) & f'(x) & f''(x) \ldots\ldots & f^{(n-2)}(x) & f^{(n-1)}(x) \\ (n-1) f'(x) & f''(x) & f'''(x) \ldots\ldots & f^{(n-1)}(x) & f^{(n)}(x) \\ (n-2) f''(x) & f''(x) & f^{\text{IV}}(x) \ldots\ldots & f^{(n)}(x) & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot \ldots\ldots & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 2 f^{(n-2)}(x) & f^{(n-1)}(x) & f^{(n)}(x) \ldots\ldots & 0 & 0 \\ f^{(n-1)}(x) & f^{(n)}(x) & 0 \ldots\ldots & 0 & 0 \end{vmatrix} = \mathrm{D}$$

a une valeur indépendante de x.

Dans le cas très simple du second degré, ce déterminant se réduit à

$$\begin{vmatrix} 2 f(x) & f'(x) \\ f'(x) & f''(x) \end{vmatrix} = \mathrm{D}$$

Actuellement, supposons que f représente, non plus seulement un polynôme en x, mais une fonction entière de deux variables x, y, si bien que l'équation $f = 0$ soit celle d'une conique. Si nous prenons toutes les dérivées dans le déterminant D par rapport à x, il suit du théorème précédent que l'équation

$$\begin{vmatrix} 2 f & f'_x \\ f'_x & f''_{x^2} \end{vmatrix} = \mathrm{D}_x = 0$$

ne contiendra plus que y. Comme elle est en général du 2e degré en y, elle représente donc deux droites parallèles à l'axe des x. Mais si l'on considère un point dont les coordonnées vérifient les équations $f(x, y) = 0$, $f'_x(x, y) = 0$, l'équation $\mathrm{D}_x = 0$ est elle-même vérifiée. Donc cette équation représente le système des deux tangentes à la conique menées parallèlement à Ox.

On verrait de même que $\mathrm{D}_y = 0$ représente le système des deux tangentes parallèles à Oy.

On peut dire encore que ce sont respectivement les équations des systèmes de tangentes menées à la conique par des points à l'infini : 1° pour D_x, dans la direction Ox ; 2° pour D_y, dans la direction Oy.

On reconnaît aussi qu'en rendant homogène l'équation $f = 0$, c'est-

à-dire en l'écrivant $f(x, y, t) = 0$, on aurait pour l'équation du système des tangentes à la conique par l'origine : $D_t = 0$.

Si l'on considérait l'équation $f(x, y, t) = 0$ comme écrite en coordonnées trilinéaires, CAB étant le triangle de référence, les équations

$$D_x = 0 \qquad D_y = 0 \qquad D_t = 0$$

représenteraient respectivement les systèmes des tangentes menées à la courbe par A, B, C.

Soit maintenant l'équation d'une quadrique $f(x, y, z) = 0$. Le théorème rappelé plus haut nous montre qu'en prenant uniquement les dérivées par rapport à x, le déterminant D_x ne contiendra plus que y et z, et par suite que l'équation $D_x = 0$ sera celle d'un cylindre parallèle à Ox. En raisonnant comme plus haut, on reconnait que c'est le cylindre circonscrit parallèlement à Ox ; que $D_y = 0$, $D_z = 0$ représentent les cylindres circonscrits parallèlement à Oy, Oz ; que $D_t = 0$, si l'on a rendu l'équation homogène, représente le cône circonscrit ayant pour sommet l'origine. Enfin, en coordonnées tétraédriques, ABCD étant le tétraèdre de référence, les équations des cônes circonscrits de A, B, C, D pris comme sommets ont pour équations respectives

$$D_x = 0, \quad D_y = 0, \quad D_z = 0, \quad D_t = 0.$$

Quelques conséquences géométriques assez intéressantes se présentent aussi pour les cubiques. On sait que si $f(x, y) = 0$ est l'équation d'une cubique

$$f'_x + m f'_y = 0,$$
$$f''_{x^2} + 2m f''_{xy} + m^2 f''_{y^2} = 0$$

sont les équations d'une conique et d'une droite, *diamètres du premier et du second ordre* de la courbe, conjugués à la direction correspondant à m. Plus généralement, les équations

$$\alpha f_x + \beta f_y + \gamma f_t = 0,$$
$$[\alpha f_x + \beta f_y + \gamma f_t]^{(2)} = 0,$$

présentent les polaires du premier et du second ordre (conique et droite) du point (α, β).

Or, le déterminant étudié plus haut devient ici

$$\begin{vmatrix} 3f & f' & f'' \\ 2f' & f'' & f''' \\ f'' & f''' & 0 \end{vmatrix}$$

Les dérivées étant prises par rapport à x, ce déterminant D_x égalé à 0 donne une équation qui représente trois droites parallèles à Ox. Mais si l'on suppose $f = 0$, $f'' = 0$, Dx s'annule. Donc les droites en question passent par les intersections de la courbe avec le diamètre rectiligne du deuxième ordre conjugué à la direction Ox, ou, ce qui revient au même, avec la polaire rectiligne du point à l'infini dans la direction Ox. On voit immédiatement les conséquences analogues pour $D_y = 0$. Enfin $D_t = 0$, si l'équation a été rendue homogène, représente le système des droites qui unissent l'origine O aux points d'intersection de la courbe avec la polaire rectiligne de O.

Nous ne répétons pas les conclusions pour le cas des coordonnées trilinéaires; le lecteur les formulera de lui-même.

Enfin, pour le cas d'une surface du troisième ordre en coordonnées tétraédriques, les équations $D_x = 0$,... sont celles des cônes ayant pour sommets ceux du tétraèdre de référence et pour bases les intersections des surfaces planes, polaires du deuxième ordre de ces sommets, avec la surface donnée.

Si l'on passe aux coordonnées cartésiennes, trois de ces cônes deviennent des cylindres, parallèles aux axes coordonnés.

M. A. LAISANT

Docteur ès-sciences, Répétiteur à l'École Polytechnique, à Paris

---

DÉRIVÉES FACTORIELLES [D I b]

— Séance du 5 août —

Dans le *Bulletin de la Société mathématique de France* (1892, p. 6), j'ai publié, sous le titre de *Transformation d'un polynôme entier*, une note sur un problème précédemment étudié par M. d'Ocagne (*Voir* spécialement un article *Sur une classe de nombres remarquables*, American J. of mathematics, 1887, p. 357).

Le sujet dont je veux m'occuper rapidement ici se rapporte à ces précédentes études, mais je me place à un point de vue tout à fait différent, comme on va pouvoir en juger.

Définition. — On connait le développement de Taylor

$$(1)\quad f(x+h)=f(x)+hf'(x)+\frac{h^2}{2!}f''(x)+\ldots+\frac{h^p}{p!}f^{(p)}(x)+\ldots$$

qui forme une suite limitée si $f(x)$ est un polynôme entier, hypothèse que nous admettrons tout d'abord, et une série dans le cas contraire.

Écrivons la formule analogue suivante, dans laquelle les puissances successives de h : h, h^2, h^3,... h^p,... sont respectivement remplacées par : h, $h(h-1)$, $h(h-1)(h-2)$,... $h(h-1)\ldots(h-p+1)$,... :

$$(2)\qquad f(x+h)=f(x)+hf_1(x)+\frac{h(h-1)}{2!}f_2(x)+\ldots$$
$$\frac{h(h-1)\ldots(h-p+1)}{p!}f_p(x)+\ldots$$

Il est assez facile de reconnaître que ce développement est toujours possible, et d'une seule manière, dans le cas d'un polynôme entier. Les fonctions $f_1(x)$, $f_2(x)$,... $f_p(x)$, .. qui entrent dans les divers termes peuvent donc être déterminées sans ambiguïté. C'est à ces fonctions que nous donnons le nom de *dérivées factorielles* successives de la fonction $f(x)$; nous nous proposons d'indiquer quelques propriétés concernant leur formation et les règles de calcul qui permettent de les obtenir. Disons tout de suite que ces propriétés deviendront pour ainsi dire intuitives, ce qui permettra d'abréger beaucoup les démonstrations, si l'on considère la suite

$$f(x),\quad f(x+1),\quad f(x+2),\ldots\ldots\quad f(x+p),\ldots\ldots$$

et si l'on applique à cette suite les propositions élémentaires de la théorie des différences.

Premières propriétés. — La relation (2) étant une identité, on voit qu'on a

$$f(x+1)=f(x)+f_1(x),$$
$$f(x+2)=f(x)+2f_1(x)+f_2(x),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$f(x+p)=f(x)+pf_1(x)+\frac{p(p-1)}{2!}f_1(x)+\ldots+f_p(x),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

formules qu'on peut écrire symboliquement

$$f(x+1)=(1+f)_1\,x,$$
$$f(x+2)=(1+f)_2\,x,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$f(x+p)=(1+f)_p\,x,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

en développant les binômes comme des puissances, et remplaçant le premier terme 1 par f, dans chaque développement. On en déduit

$$f_1(x)=f(x+1)-f(x),$$
$$f_2(x)=f(x+2)-2f(x+1)+f(x),$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$f_p(x)=f(x+p)-pf(x+p-1)+\frac{p(p-1)}{2!}f(x+p-2)\ldots$$
$$+(-1)^p f(x),$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

La seule définition

$$f_1(x)=f(x+1)-f(x)$$

nous montre que *la dérivée d'une somme est égale à la somme des dérivées ;* car si $F(x)=f(x)+\varphi(x)$,
on a

$$F(x+1)-F(x)=f(x+1)+\varphi(x+1)-f(x)-\varphi(x)$$
$$=f(x+1)-f(x)+\varphi(+1)-\varphi(x),$$

ou

$$F_1(x)=f_1(x)+\varphi_1(x);$$

et de même pour une somme d'autant d'éléments qu'on voudra.

Ceci étant, la dérivée de $f_1(x)=f(x+1)-f(x)$ sera $f_1(x+1)-f_1(x)$, c'est-à-dire $f(x+2)-2f(x+1)+f(x)=f_2(x)$.

Ainsi, en partant de la définition, la dérivée de la dérivée n'est autre que la dérivée seconde ; et de même pour toutes les autres. A ce point de vue, il y a donc une complète uniformité d'analogie avec le calcul des dérivées ordinaires.

Nous n'indiquons que pour mémoire la relation évidente $(af(x))_1=af_1(x)$, et cette proposition que *la dérivée d'une constante est nulle.*

Dérivée d'un produit. — Soit $F(x)=f(x)\times\varphi(x)$. Nous avons

$$F_1(x)=f(x+1)\varphi(x+1)-f(x)\varphi(x)$$
$$=\Big(f(x+1)-f(x)\Big)\varphi(x)+f(x)\Big(\varphi(x+1)-\varphi(x)\Big)$$
$$+[f(x+1)-f(x)][\varphi(x+1)-\varphi(x)]$$
$$=f_1(x)\varphi(x)+f(x)\varphi_1(x)+f_1(x)\varphi_1(x)$$

En posant $f(x) = u$, $\varphi(x) = v$, ce résultat peut s'écrire

$$(uv)_1 = u_1 v + uv_1 + u_1 v_1 ;$$

on tire de là

$$\frac{(uv)_1}{uv} = \frac{u_1}{u} + \frac{v_1}{v} + \frac{u_1 v_1}{uv} = \left(\frac{u_1}{u} + 1\right)\left(\frac{v_1}{v} + 1\right) - 1,$$

$$\frac{(uv)_1}{uv} + 1 = \left(\frac{u_1}{u} + 1\right)\left(\frac{v_1}{v} + 1\right).$$

On a immédiatement, en partant de là, pour un produit d'autant de facteurs qu'on voudra :

$$\frac{(uvw\ldots)_1}{uvw\ldots} + 1 = \left(\frac{u_1}{u} + 1\right)\left(\frac{v_1}{v} + 1\right)\left(\frac{w_1}{w} + 1\right)\ldots.$$

En faisant $v = w = \ldots = u$,

$$\frac{(u^n)_1}{u^n} + 1 = \left(\frac{u_1}{u} + 1\right)^n \text{ ou } (u^n)_1 = (u + u_1)^n - u^n$$

pour la dérivée d'une puissance entière.

Si en particulier $u = x$, alors $u_1 = 1$, et la dérivée de x est

$$(x + 1)^n - x^n ,$$

ce qui résulte d'ailleurs directement de la définition.

Dérivée d'un quotient. — Si $y = \frac{u}{v}$, on a, d'après ce qui précède,

$$\frac{y_1}{y} + 1 = \frac{\frac{u_1}{u} + 1}{\frac{v_1}{v} + 1}, \text{ d'où l'on tire } y_1 = \left(\frac{u}{v}\right)_1 = \frac{u_1 v - u v_1}{v(v + v_1)}$$

Relations avec les dérivées ordinaires. — Si l'on rapproche les formules (1) (2) en y faisant successivement $h = 0$, $h = 1$, on obtient les relations

$$f'(x) = f(x) - \frac{1}{2} f_2(x) + \frac{1}{3} f_3(x) - \frac{1}{4} f_4(x) + \ldots$$

$$f_1(x) = f'(x) + \frac{1}{2!} f''(x) + \frac{1}{3!} f'''(x) + \ldots$$

Il pourrait être intéressant d'étendre ces notions à d'autres fonctions que les polynômes entiers. Le temps me manque en ce moment pour poursuivre cette étude. Même dans les limites indiquées ci-dessus, il semble que les dérivées factorielles peuvent devenir un instrument analytique utile pour certaines questions.

M. SALMIN
Ingénieur E C P, Licencié ès-sciences, au Havre

SUR LA STABILITÉ DE LA BICYCLETTE [R 8 e δ]

— Séance du 6 août —

Remarques préliminaires

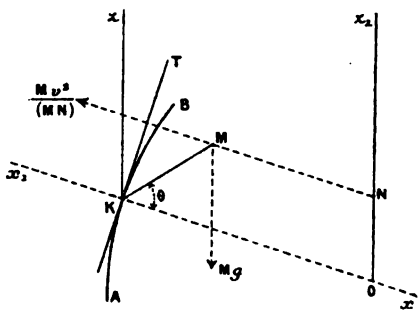


Fig. 1

1. A priori on se rend compte du genre de stabilité dont jouit le cycliste:

1° Supposons un observateur, — réduit pour simplifier à un point M, - oscillant dans un plan vertical xx' K z et dont les pieds sont assujettis à se mouvoir tangentiellement à une courbe A B située dans le plan horizontal; cet observateur se trouvera en équilibre relativement aux trois axes K O Z T si sa position est telle que:

$$tg\,\theta = g\frac{(MN)}{v^2}$$

θ représentant l'angle de K M avec sa projection sur le plan horizontal.

v — la vitesse du point M.

2° En écartant le point M de sa position d'équilibre on voit qu'il tend à s'en écarter encore. L'équilibre est instable.

3° Si toutefois l'observateur peut, d'une façon quelconque, agir sur le rayon de courbure de la courbe A B, il pourra par ce moyen revenir à sa position d'équilibre.

2. Remarque : Il faut encore que les pieds de l'observateur ne

« dérapent » pas. Soit f la tangente de l'angle dangereux, il faudra (dans le cas de l'équilibre)

$$tg\theta = \frac{g(MN)}{v_2} > \frac{1}{f}$$

3. Considérons maintenant une bicyclette et son cavalier. Nous admettrons : 1° que les points de contact K K′ de la machine avec le sol sont à une distance invariable $KK' = a$ l'un de l'autre ; 2° que le cavalier agit à sa volonté sur la direction de la vitesse de K′ et lui fait faire un angle β avec K K′ *(fig. 2)*.

Ces deux hypothèses sont très approchées de la vérité tant que les oscillations sont faibles. La première devient rigoureuse si l'on suppose que les dimensions de la roue directrice tangente au sol en K′ sont négligeables. (Voir plus loin, n° 31, les corrections qu'il faut apporter à notre théorie, de ce chef).

Dans ces conditions, la droite K K′ se mouvant de façon à rester tangente à son enveloppe toujours par le même point, le *centre instantané de rotation coïncidera avec le centre de courbure* O *de* A B (puisque les angles des tangentes au lieu du point K sont les angles dont on a tourné la figure).

4. Pour étudier le mouvement relatif de K M par rapport aux 3 axes K, O, Z, T (*fig.* 1), cherchons les forces apparentes à introduire. En vertu de la coïncidence du centre de courbure de A B avec le centre instantané de rotation, l'enveloppe des normales K O est en même temps la base du roulement ; la roulette est la droite K O ; les accélérations tangentielle et centripète sont : (en adoptant les notations de Savary) :

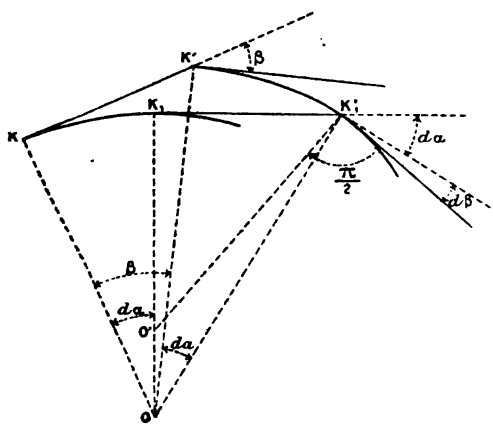


Fig. 2

$$j_t = \omega' p - \omega^2 a \sin\varphi$$

$$j_c = \omega^2 p - \omega^2 a \cos\varphi$$

a désignant le rayon de courbure de l'enveloppe des normales.

D'autre part on voit que le rayon de courbure du lieu du point K *(fig. 2)*.

$$\rho_k = \frac{ds}{d\alpha} = \frac{a}{tg\,\beta}$$

β peut être considérée comme fonction de S.

On aura donc $a = \frac{dk}{d\alpha} = \frac{d\left(\frac{a}{tg\,\beta}\right)}{ds\,\frac{tg\,\beta}{a}} = \frac{a^2}{2}\,\frac{d(cotg^2\beta)}{ds}$

(ω et ω' seront données en fonction de la vitesse d'un point de la figure; par exemple, en supposant constante la projection de la vitesse du point M : $\omega\rho_M = v$; $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $p = \rho_M = \rho_K - h\cos\theta$; $\omega'\rho_M - \omega^2 a = 0$).

Pour les points du plan vertical OKZ $\varphi = \frac{\pi}{2}$, j_c *se réduit à* $\omega^2 p$.

5. Le lieu du point K sera donné par les équations :

$$x = \int ds \cos\left[\frac{1}{a}\int tg\,\beta\,ds\right]$$

$$y = \int ds \sin\left[\frac{1}{a}\int tg\,\beta\,ds\right]$$

On obtient aussi, facilement, le lieu du point K′ :

$$\frac{ds'}{ds} = \frac{OK'}{OK} = \frac{1}{\cos\beta}$$

$$\rho_{k'} = \frac{ds'}{d\gamma}$$

$$\gamma = \alpha - \alpha_0 + \beta - \beta_0 = \frac{1}{a}\int_{s_0}^{s} tg\,\beta\,ds + \beta - \beta_0$$

$$\frac{dx_1}{ds'} = \frac{dx_1\cos\beta}{ds} = \cos\gamma$$

$$x_1 = \int \frac{ds}{\cos\beta}\cos\left[\frac{1}{a}\int_{s_0}^{s} tg\,\beta\,ds + \beta - \beta_0\right]$$

$$y_1 = \int \frac{ds}{\cos\beta}\sin\left[\frac{1}{a}\int_{s_0}^{s} tg\,\beta\,ds + \beta - \beta_0\right]$$

La base du roulement, enveloppe des normales du point K, est $\left(\frac{dx_1}{d\rho_k} = \sin\alpha \ldots\ldots\right)$

$$x_2 = -a\int \frac{1}{\sin^2\beta}\,\frac{d\beta}{ds}\,ds \sin\left[\frac{1}{a}\int_{s_0}^{s} tg\,\beta\,ds\right]$$

$$y_2 = -a\int \frac{1}{\sin^2\beta}\,\frac{d\beta}{ds}\,ds \cos\left[\frac{1}{a}\int_{s_0}^{s} tg\,\beta\,ds\right]$$

Elle se réunit à un point lorsque K décrit une circonférence de cercle.

Equation d'équilibre relatif

6. Soit $OK = R$; $KM = h$; θ_1 l'angle d'équilibre.

L'angle $O\widehat{K}M$ est donné par la condition :

$$\frac{v^2 \sin\theta_1}{R - h\cos\theta_1} = g\cos\theta_1 \tag{1}$$

qui — R étant toujours supposé $> h$ — a toujours une racine comprise entre 0 et $\frac{\pi}{2}$, la seule qui nous intéresse, et qui conduit à l'équation du 4e degré :

$$g(h+R)\,tg^4\frac{\theta_1}{2} + 2v^2\,tg^3\frac{\theta_1}{2} - 2gh\,tg^2\frac{\theta_1}{2} + 2v^2\,tg\frac{\theta_1}{2} + g(h-R) = 0 \tag{1bis}$$

Si R est très grand par rapport à $h\cos\theta_1$, on a

$$tg\,\theta_1 = \frac{gR}{v^2} \quad \text{valeur par excès} \tag{1ter}$$

et en deuxième approximation :

$$tg\,\theta_1 = \frac{gR}{v^2}\left(1 - \sqrt{\frac{gh}{v^4 + g^2R^2}}\right) \tag{1IV}$$

Stabilité

7. (Dans le mouvement d'entraînement $\left(\varphi = \frac{\pi}{2}\right)$ l'accélération centripète se réduit à $\omega^2 p$ comme nous venons de le voir).

Soit $\mathfrak{R}$ le rayon de courbure variable de la courbe A B en K.

Supposons le cavalier écarté de sa position d'équilibre θ_1 d'un angle ε vers la droite par exemple et sans vitesse; pour qu'il tende à retourner vers cette position d'équilibre θ_1, il faudra que l'on ait :

$$\frac{v^2 \sin(\theta_1 - \varepsilon)}{\mathfrak{R} - h\cos(\theta_1 - \varepsilon)} > g\cos(\theta_1 - \varepsilon)$$

A θ_1 correspond un angle directeur β_1; pour faire varier $\mathfrak{R}$ le cavalier fait varier β.

$$\beta - \beta_1 = f(\varepsilon)$$

premier terme du développement nous suffira

Soit $\beta - \beta_1 = n\,\varepsilon + \ldots$ (n étant une constante) alors

$$\mathfrak{R} = \frac{a}{tg\,(\beta_1 + n\,\varepsilon)} = a\,\frac{\mathrm{R} - a\,n\,\varepsilon}{a + \mathrm{R}\,n\,\varepsilon}$$

$$\sin\,(\theta_1 - \varepsilon) = \sin\,\theta_1 - \varepsilon\,\cos\,\theta_1$$
$$\cos\,(\theta_1 - \varepsilon) = \cos\,\theta_1 + \varepsilon\,\sin\,\theta_1$$

la condition devient :

$$v^2(\sin\theta_1 - \varepsilon\cos\theta_1) > a\frac{\mathrm{R} - a\,n\,\varepsilon}{a + \mathrm{R}\,n\,\varepsilon}\,g\,(\cos\theta_1 + \varepsilon\sin\theta_1) - g\,(\cos\theta_1 + \varepsilon\sin\theta_1)^2$$

et, les puissances de ε disparaissant à la limite :

$\mathrm{R}\,v^2 \sin\,\theta_1\,n\,\varepsilon - a\,v^2 \cos\,\theta_1\,\varepsilon > a\,g\,\mathrm{R}\,\sin\,\theta_1\,\varepsilon - a^2\,g\,\cos\,\theta_1\,n\,\varepsilon - 2\,a\,g\,h\,\sin\,\theta_1\,\cos\,\theta_1\,\varepsilon - \mathrm{R}\,g\,h\,\cos^2\,\theta_1\,n\varepsilon$

d'où

$$n > a\,\frac{v^2 + g\,\mathrm{R}\,tg\,\theta_1 - 2\,g\,h\sin\theta_1}{\mathrm{R}\,v^2\,tg\,\theta_1 + a^2\,g + g\,\mathrm{R}\,h\cos\theta_1}$$

et, en tenant compte de l'equation (1)

$$(2) \qquad n > \frac{a}{g}\cdot\frac{g\,\mathrm{R}\,tg\,\theta_1 + v^2 - 2\,g\,h\sin\theta_1}{\mathrm{R}^2 + a^2}$$ (où θ_1 s'exprime en fonction de R, v et h.)

$$(2') \text{ ou } n > \frac{a}{g}\cdot\frac{v^2(1 + tg^2\theta_1) - g\,h\sin\theta_1}{a^2 + \left(\frac{v^2}{g}\,tg\,\theta_1 + h\cos\theta_1\right)^2}$$

condition nécessaire.

8. Pour trouver une condition suffisante supposons qu'il existe entre β et θ une liaison telle que $\beta - \beta_1 = n\,\varepsilon + \ldots$

— Cette liaison n'introduit aucune réaction entre l'appareil et le sol tant que nous supposons nulles les masses de la roue directrice et de sa chape. —

— En réalité le cavalier ne pourrait que se rapprocher de cette liaison : il réglera $\beta - \beta_1$ sur ε mais avec un certain retard ; on aurait réellement $\beta - \beta_1 = f\left(t, \varepsilon, \frac{d\varepsilon}{dt}\,\varepsilon_0, \frac{d\varepsilon_0}{dt_0}\right)$; mais si la relation que nous avons posée permet d'assurer la stabilité, on peut admettre que cette stabilité sera encore assurée a fortiori avec les moyens plus étendus du cavalier.

Il existe alors dans le mouvement relatif une fonction de forces dont la dérivée 1re est, en négligeant les puissances de ε qui disparaissent dans les calculs :

$$g\,(\cos\theta_1 + \varepsilon\sin\theta_1) - \frac{v^2\,(\sin\theta_1 - \varepsilon\cos\theta_1)}{a\frac{\mathrm{R} - a\,n\,\varepsilon}{a + \mathrm{R}\,n\,\varepsilon} - h\,(\cos\theta_1 + \varepsilon\sin\theta_1)}$$

Prenons la dérivée seconde

$$\frac{\left[a\frac{R-an\varepsilon}{a+Rn\varepsilon}-h(\cos\theta_1+\varepsilon\sin\theta_1)\right]v^2\cos\theta_1}{g\sin\theta_1+ +v^2(\sin\theta_1-\varepsilon\cos\theta_1)\left[a\frac{-(a+Rn\varepsilon)an-(R-an\varepsilon)Rn}{(a+Rn\varepsilon)^2}-h\sin\theta_1\right]}$$

$$a\left[\frac{R-an\varepsilon}{a+Rn\varepsilon}-h(\cos\theta_1+\varepsilon\sin\theta_1)\right]^2$$

Pour assurer la stabilité, il suffit que l'on ait :

$$g\sin\theta_1+\frac{(R-h\cos\theta_1)v^2\cos\theta_1+v^2\sin\theta_1\left[a\frac{-a^2n-R^2n}{a^2}-h\sin\theta_1\right]}{(R-h\cos\theta_1)^2}<0$$

ou $g\sin\theta_1(R-h\cos\theta_1)+(R-h\cos\theta_1)v^2\cos\theta_1-v^2n\frac{R^2+a^2}{a}\sin\theta_1$

$$-v^2h\sin^2\theta_1<0$$

donc

$$n>a\,\frac{g\sin\theta_1(R-h\cos\theta_1)^2+(R-h\cos\theta_1)\,v_2\cos\theta_1-v^2h\sin^2\theta_1}{(R^2+a^2)\,v^2\sin\theta_1}$$

qui, eu égard à l'équation (1) devient :

$$(2)\qquad n>a\,\frac{R\,tg\,\theta_1+\frac{v^2}{g}-2h\sin\theta_1}{R^2+a^2}$$

il est clair que nous devions retomber sur la condition trouvée n° 7 qui exprime au fond que la dérivée première décroît en passant par 0, donc que la fonction passe par un maximum.

C'est donc la condition *nécessaire et suffisante* de stabilité.

L'équation (1) permettra d'exprimer cette condition en fonction de R, v et h ou de θ_1, v et h et d'en étudier les variations quand ces quantités varient respectivement.

9. Plus la valeur du 2e membre de l'inégalité (2) sera faible, plus la stabilité sera satisfaisante.

La discussion est aisée si l'on considère les variations de n en fonction de θ_1 v, h : n décroît quand h croît et quand θ_1 et v^2 croissent, du moins dans les limites pratiques telles que $tg\,\theta_1>\frac{1}{f}$. La stabilité ırie en sens inverse.

Mais l'intérêt est de connaître les variations de la stabilité en fonc- ɔn de R, v et h ; la discussion complète est alors possible mais 'nible. Nous nous contenterons de considérer les valeurs élevées de , les seules qui présentent un intérêt réel.

Si h est assez faible par rapport à R pour qu'on puisse prendre pour

$tg\ \theta_1$ la valeur approximative 1[iv] (ce qui se produit dans la réalité pour $R > 10$ mètres), on voit que h entrera au numérateur de l'inégalité (2) comme facteur de termes soustractifs.

Donc la stabilité croît quand h croît dans les grands rayons. Il faut remarquer de plus que nous avons supposé des écarts angulaires ε. Pour comparer deux machines, il faut supposer des écarts linéaires λ égaux.

Le guidon devra faire des écarts $\beta - \beta_1 = n\varepsilon = n\frac{\lambda}{h} = n_1\lambda$;

dans la formule (2) il faut remplacer n par n_1, h y entrera donc comme dénominateur du 2e membre ; et dans les grands rayons où h est négligeable devant R au numérateur, *la stabilité sera proportionnelle à la hauteur de la machine.*

En supposant h négligeable devant $R\ tg\ \theta_1$ ce qui est un cas pratique, et aussi devant $\frac{v^2}{g}$ — ce qui est un cas possible, sinon actuellement pratique — la formule se réduit à

$$(2^{bis}) \qquad n > \frac{a}{g}\,\frac{\frac{g^2R^2}{v^2} + v^2}{R^2 + a^2}$$

Pour une même valeur de R la stabilité serait maxima pour $v^2 = gR$, valeur impossible à atteindre, comme nous le verrons ; au-dessus de cette valeur elle croît. Donc la stabilité croît quand la vitesse augmente.

Pour une même valeur de v : si $v < \sqrt{ag}$, la stabilité croît quand R diminue ;

Pour une même valeur de v : si $v > \sqrt{ag}$, la stabilité décroît quand R diminue.

10. En courbe de très grand rayon et en ligne droite, la formule se réduit à :

$$(2^{ter}) \qquad n > \frac{ag}{v^2}$$

La stabilité est inversement *proportionnelle à la longueur de la machine.*

Proportionnelle au carré de la vitesse.

Proportionnelle (voir n° 9) à la hauteur de la machine.

(Voir plus loin (n° 34) comment l'inhabileté du cavalier peut rendre ces résultats illusoires).

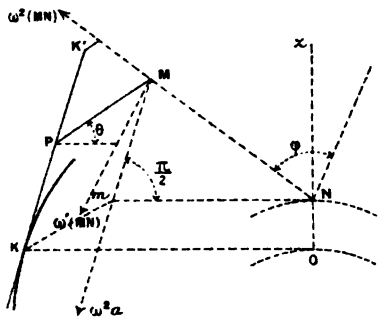


FIG. 3

11. Si, comme cela a lieu pratiquement, le pied P de la perpendiculaire abaissée du point M sur K K′ ne coïncide pas avec le point K de roulement de la roue motrice, les moments des forces apparentes à ajouter seront :

1° Le moment de ω^2 (M N) qui sera celui de sa projection ω^2 (m N) sur le plan K O Z = comme précédemment à

$$\omega^2(R - h\cos\theta)\,h\sin\theta = \frac{v^2\,h\sin\theta}{R - h\cos\theta}$$

2° Le moment de ω^2 a qui est nul.

3° Le moment de ω' (M N) négligeable à cause de la petitesse de K P qui rend très faible l'angle de ω' (M N) avec K K′.

Il n'y a donc rien à changer de ce qui a été établi précédemment.

(Il est possible de connaître l'influence de ce terme; car si l'on admet que ω (M N) = Cte = v son moment pourra être exprimé par $-\frac{v}{MN}\frac{d\,(MN)}{dt}\cos\varphi \times h\sin\theta = \frac{-v}{\overline{MN}^2}\,d\,h\sin\theta\,\frac{d\,(MN)}{dt}$ en posant

$KP = nM = d \qquad \cos\varphi = \frac{d}{MN}$

or $\overline{MN}^2 = d^2 + (R - h\cos\theta)^2$. R et cos θ sont exprimables en fonction de ε).

12. *Réactions du sol.* « Dérapement » (dans le cas d'équilibre).

Calculons ces réactions dans l'équilibre relatif, en supposant R très grand par rapport à d et à a.

Soit K P = d (*fig. 4*)

X, Y, Z les réactions en K

X_1, Y_1, Z_1 les réactions en K′

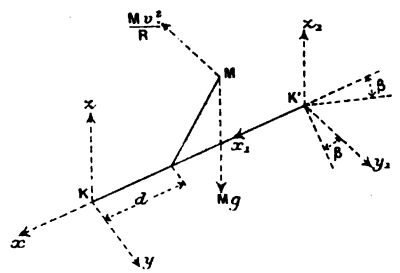


FIG. 4

$X + X_1$ = actions dues à l'effort du cavalier, moins résistances passives.

$+ Y_1 = \frac{Mv^2}{R}$

$+ Z_1 = Mg$

$\frac{v^2}{\ }d - aY_1 = 0$

$\ d - aZ_1 = 0$

Donc $$Y = \frac{Mv^2}{R} \times \frac{a-d}{a} \qquad Y_1 = \frac{Mv^2}{R} \times \frac{d}{a}$$

$$Z = Mg \times \frac{a-d}{a} \qquad Z_1 = Mg \times \frac{d}{a}$$

1° Pour que la roue motrice ne dérape pas, il faut :

$$\frac{Z}{Y} \geqslant \frac{1}{f} \quad \text{donc } v \leqslant \sqrt{fgR}$$

f représentant la tangente de l'angle dangereux.

Donc, dans les cas d'équilibre, la machine ne devra pas faire avec la verticale un angle de tangente supérieure à f. (Dans le cas de mouvement ce résultat est modifié).

2° Pour que la roue directrice ne dérape pas, il faut :

$$\frac{Z_1}{Y_1 \cos\beta} \geqslant \frac{1}{f} \qquad v^2 \leqslant fg\sqrt{R^2+a^2}$$

condition toujours remplie quand est remplie la condition précédente.

La position du cavalier paraît indifférente.

L'état de mouvement modifie ces réactions d'une façon profonde.

Par exemple pour une oscillation de vitesse angulaire θ_1 uniforme on obtiendrait

$$Y + Y_1 + M\theta'^2 y - \frac{Mv^2}{R} = 0 \qquad \left(\frac{Mv^2}{R} - M\theta'^2 y\right)d - a\,Y_1 + 2M\frac{v}{R}\theta' yz = 0$$

$$Z + Z_1 + M\theta'^2 z - Mg = 0 \qquad \left(Mg - M\theta'^2 z\right)d - a\,Z_1 - 2M\frac{v}{R}\theta' dz = 0$$

d'où l'on tire pour v des limites qui s'écartent de $\sqrt{fgR}$ tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, de sorte qu'en réalité on peut « dérapper » bien avant l'angle de tangente $\frac{1}{f}$ et qu'il convient de se tenir bien au-dessus de cet angle.

13. Il ne faudrait pas non plus se fier à la constatation 2° (n° 12). Car, par exemple, si le cavalier tourne court, on a pour le point K′

$$ds' = \frac{ds}{\cos\beta} \quad \text{donc } \frac{d^2 s'}{dt^2} = \frac{\frac{dv}{dt} + v\,tg\beta\frac{d\beta}{dt}}{\cos\beta}.$$ Si l'on suppose v constant, cette valeur croît rapidement avec β et est infinie pour $\beta = \frac{\pi}{2}$.

Par conséquent, pour ne pas ralentir, le cavalier devra imprimer à la roue directrice une accélération considérable résultant et de son effort et de son inertie. Il exercera donc en K′ une force F dont la projection seule F cos β très faible quand β tend vers $\frac{\pi}{2}$ imprimera

une accélération aux masses de la roue directrice. L'autre projection F sin β qui croît rapidement agira normalement à la roue directrice et la fera chasser.

De plus, il semble que les roues dérapent plus ou moins suivant la position du cavalier et leurs charges respectives ; cela tient aux vibrations et aux soubresauts qui peuvent aller jusqu'à annuler momentanément Z ou Z_1. En tout ceci l'expérience seule peut donner des valeurs suffisamment exactes.

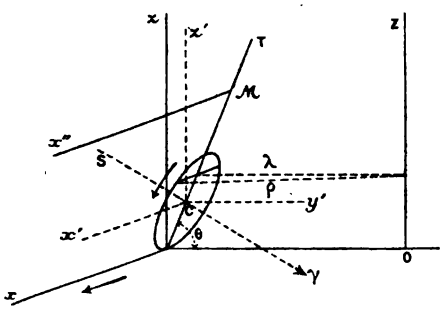


FIG. 5

ρ = distance d'un élément à l'axe OZ.
λ = projection de cette distance sur le plan KOZ.

14. Influence de la rotation de la roue motrice

1° Sur l'équilibre relatif.

Soit :

toujours ω la vitesse angulaire d'entraînement $\omega = \frac{v}{R - h \cos\theta}$, R le rayon de courbure (variable sauf le cas d'équilibre) du lieu du point K.

K O = R sa valeur initiale correspondant à la position d'équilibre

F_e la force centrifuge.

F_c la force centrifuge composée

r le rayon de la roue motrice; k son rayon de giration autour d'un de ses diamètres ; M sa masse.

γ la vitesse augulaire de rotation de la roue motrice.

α, μ les coordonnées polaires dans le plan de la roue, par rapport au centre C d'un élément $\gamma = \frac{d\alpha}{dt}$

δ la distance de cet élément à l'axe K X $\delta = r + \mu \cos\alpha$

1° Calcul de la somme des moments des forces F_c

Soient X_c, Y_c, Z_c, les projections de F_c sur les 3 axes

$$X_c = -2m\mu\omega\gamma \sin\alpha \cos\theta - 2m\omega \frac{d\theta}{dt} \delta \sin\theta$$

$$Y_c = -2m\mu\omega\gamma \cos\alpha$$

$$Z_c = 0$$

On a donc

$$M_{xx}\ F_c = 2m\mu\omega\gamma \cos\alpha \times \delta \sin\theta \qquad \text{or } \delta = r + \mu \cos\alpha$$

donc

$$\Sigma M_{xx} F_e = 2\omega\gamma r \sin\theta \sum_{\alpha=0}^{\alpha=2\pi} m\mu\cos\alpha + 2\omega\gamma\sin\theta \sum_{\alpha=0}^{\alpha=\pi} m\mu^2\cos^2\alpha$$

$$= 2Mk^2\omega\gamma\sin\theta$$

2° Calcul de la somme des moments des forces F_e pour la roue

$$M_{xx} F_e = m\omega^2\lambda\delta\sin\theta \qquad \text{or } \lambda = R - \delta\cos\theta$$

donc $$\Sigma M_{xx} F_e = m\omega^2 R \Sigma m\delta - m\omega^2 \sin\theta\cos\theta \Sigma m\delta^2$$

$$= MRr\omega^2\sin\theta - M(r^2 + k^2)\sin\theta\cos\theta$$

3° Somme des moments des forces F_e pour le cavalier et l'ossature. Soit M_1 la masse totale du cavalier et de l'ossature.

D la distance à KX de son centre de gravité

K son rayon de giration par rapport à MX″

La somme des moments sera

$$M_1 RD\omega^2\sin\theta - M_1(K^2 + D^2)\sin\theta\cos\theta$$

15. Nous pouvons alors écrire L'ÉQUATION D'ÉQUILIBRE.

$$(3) \qquad 2Mk^2\omega\gamma\sin\theta + \left\{ \begin{array}{l} MRr\omega^2\sin\theta - M(r^2+k^2)\sin\theta\cos\theta \\ M_1RD\omega^2\sin\theta - M_1(K^2+D^2)\sin\theta\cos\theta \end{array} \right\}$$

$$- (Mr + MD)g\cos\theta = 0$$

En négligeant les dimensions de la machine et du cavalier par rapport à R et à γ, l'équation se réduit à

$$(3^{bis}) \qquad tg\,\theta = R\frac{(Mr + M_1D)g}{(M_1D + Mr)\omega^2 + 2Mk^2\omega\gamma} = \frac{(Mr + M_1D)gR}{(Mr + M_1D)v^2 + 2Mk^2v\gamma}$$

En se reportant à la valeur 1ter $\left(tg\,\theta = \frac{gR}{v^2}\right)$ on voit que la position d'équilibre se trouve inclinée par la rotation de la roue.

En introduisant la condition de roulement $\gamma = \frac{v}{r}$ on obtient :

$$(3^{ter}) \qquad tg\,\theta = \frac{(Mr + M_1D)r}{(Mr + M_1D)r + 2Mk^2} \times \frac{gR}{v^2}$$

L'inclinaison est donc accrue dans le rapport.

$$\frac{2Mk^2 + (Mr + M_1D)r}{Mr + M_1D)r} \qquad \text{ou} \qquad \frac{\mathfrak{M}hr + 2Mk^2}{\mathfrak{M}hr}$$

$\mathfrak{M}$ désignant la masse totale et la h distance à KX du $c\,d\,g$ de l'ensemble.

En prenant par exemple $M = \frac{2^{Kgs}}{g}$ $\quad \mathfrak{M} = \frac{70^{Kgs}}{g}$

$$r = 0,35 \qquad Mk^2 = \frac{(0.33)^2 M}{2}$$

$$D = 1^m 10$$

on trouve

$$tg\,\theta = 0,96\,\frac{gR}{v^2}$$

16. La rotation de la roue directrice a une influence semblable à celle de la roue motrice, moins élevée cependant puisque les forces élémentaires correspondantes se trouvent multipliées par $\cos\beta$. Elle contribue donc encore à incliner la position d'équilibre.

Stabilité

17. Nous négligeons comme précédemment les moments des forces d'inertie tangentielles d'entraînement :

(ω' (MN), *fig.* 3, n° 11)

Les forces centrifuges composées comportent un autre terme que celui de l'équilibre : $-2m\omega\frac{d\theta}{dt}\delta\sin\theta$.

Ce terme n'affecte que X_c et n'intervient pas dans la somme des moments par rapport à KX.

Le mouvement sera donc celui d'un corps soumis *seulement aux forces qui figurent dans l'équation d'équilibre.*

18. Nous n'effectuerons le calcul que dans le cas de R très grand en prenant pour θ_1 la valeur 3bis (n° 15).

Posons pour abréger

$$Mhv^2 + 2Mk^2 v\gamma = \Gamma_v$$

$$Mr + M_1 D = \mathfrak{M}h$$

Dans un but de généralisation n'introduisons pas dès l'abord la condition de roulement $\gamma = \frac{v}{r}$.

1° *Condition nécessaire.*

Il faut que l'on ait :

$$\left[(M_1 D + Mr)\frac{v^2}{R} + 2Mk^2\gamma\frac{v}{R}\right] tg\,(\theta_1 - \varepsilon) > (Mr + M_1 D)\,g$$

ou

$$\frac{1}{a}\,\frac{a+\mathrm{R}n\varepsilon}{\mathrm{R}-an\varepsilon}\,\Gamma_v(\sin\theta_1-\varepsilon\cos\theta_1) > \mathfrak{M}gh(\cos\theta_1+\varepsilon\sin\theta_1)$$

et à la limite :

$$n(\Gamma_v\mathrm{R}\sin\theta_1+\mathfrak{M}gha^2\cos\theta_1) > \Gamma_v a\cos\theta_1+\mathfrak{M}gha\mathrm{R}\sin\theta_1$$

$$(4)\qquad n > a\,\frac{\Gamma_v^2+\mathfrak{M}^2h^2g^2\mathrm{R}^2}{\mathfrak{M}gh\Gamma_v(\mathrm{R}^2+a^2)}$$

Condition nécessaire : mais cette condition est aussi *suffisante* puisqu'elle exprime au fond que la dérivée première décroît en passant par 0, donc que la fonction de force supposée (voir n° 8) passe par un maximum.

Lorsque k ou γ sont nuls on retrouve bien la formule 2*bis* (n° 9).

19. Si R est très grand par rapport à toutes les autres quantités, γ comprise, la rotation accroît la stabilité ; mais R diminuant, il arrive un moment où γ produira l'effet contraire.

Introduisons la condition de roulement $\gamma = \frac{v}{r}$ et posons :

$$\mathrm{M}r+\mathrm{M}_1\mathrm{D}+\frac{2\mathrm{M}k^2}{r}=\mathrm{N}\Delta$$

la condition (4) devient

$$(4^{bis})\qquad n > a\,\frac{\mathrm{N}^2\Delta^2v^2+\mathfrak{M}^2h^2\frac{g^2\mathrm{R}^2}{v^2}}{\mathfrak{M}h\mathrm{N}\Delta g(\mathrm{R}^2+a^2)}$$

la stabilité croît avec v^2 (tant que v^2 n'a pas atteint la valeur $\frac{\mathfrak{M}h}{\mathrm{N}\Delta}g\mathrm{R}$ qui correspond à une valeur de θ voisine de 45° inclinaison supérieure à celles qu'on peut atteindre).

Dans les inclinaisons pratiques, le terme $\mathrm{M}k^2$ qui entre dans Δ est favorable à la stabilité.

Si R est infini on obtient

$$(4^{ter})\qquad n > \frac{ag}{v^2}\,\frac{\mathfrak{M}h}{\mathrm{N}\Delta}$$

ce qui nous amène d'abord aux mêmes conclusions que la formule 2*ter*, n° 10.

La stabilité est 1° inversement proportionnelle à la longueur de la machine.

2° Proportionnelle au carré de la vitesse.

3° (La hauteur gardant son rôle précédent, n° 9) proportionnelle à

la hauteur de la machine en supposant que l'on compare deux machines et deux cavaliers de dimensions proportionnelles.

Puis 4° la stabilité se trouve *accrue* par la rotation de la roue motrice dans le rapport :

$$\frac{\mathfrak{M}h+\frac{2Mh^2}{r}}{\mathfrak{M}h}$$

20. *Réactions.* « Dérapement ».

On a vu (n° 15) que, toutes choses égales d'ailleurs, la rotation *incline* la position d'équilibre.

Le danger de « déraper » n'en est-il pas accru ?

Considérons les réactions du sol :

Dans les équations du n° 12 nous devons introduire les forces X_c, Y_c, Z_c.

Dans le cas d'équilibre $Z_c = o$

$$\Sigma Y_c = -2\omega\gamma\Sigma m\mu\cos\alpha = 0$$

On a donc encore

$$Y + Y_1 = (M_1 + M)\frac{v^2}{R}$$

$$Z + Z_1 = (M_1 + M)\,g$$

On a pour les moments

$$(M_1+M)\frac{v^2}{R}d - aY_1 + \Sigma[Y_c\mu\sin\alpha - X_c(r+\mu\cos\alpha)\cos\theta] =$$

$$(M_1+M)\frac{v^2}{R}d - aY_1 = 0$$

$$-(M_1+M)gd + aZ_1 + \Sigma[X_c(r+\mu\cos\alpha)\sin\theta] =$$

$$-(M_1+M)gd + aZ_1 = 0$$

La rotation n'influe donc pas sur les réactions et le danger de « déraper » n'est pas accru avec l'inclinaison.

21. Toutefois si, au lieu de l'équilibre, nous supposons qu'il existe ne oscillation $\frac{d\theta}{dt}$ nous nous rendrons facilement compte de son fluence en considérant la somme des moments des quantités de ouvement relatif.

Cette quantité est la résultante d'un couple $M(r^2+k^2)\frac{d\theta}{dt}$ dirigé ivant K X et d'un autre couple de longueur constante $2Mk^2\gamma$ dirigé uivant une parallèle à S γ menée par l'origine.

La projection de la vitesse de son extrémité sur K T est

$$2\,M\,k^2\,\gamma\,\frac{d\theta}{dt}$$

sur K Z c'est $2\,M\,k^2\,\gamma\,\frac{d\theta}{dt}\sin\theta$

sur K Y $\quad 2\,M\,k^2\,\gamma\,\frac{d\theta}{dt}\cos\theta$

Si $\frac{d\theta}{dt}$ est négatif le couple auquel elle donne lieu intervient dans les équations des moments en diminuant Z_1 et en accroissant Y_1.

On voit donc que dans un virage la roue directrice tendra à déraper. Une valeur très élevée de γ rendrait un virage impossible.

Équilibre sur plan incliné

22. Cet équilibre ne pourra exister, à vitesse constante, que si le cavalier suit certaines courbes qui ne sont plus des cercles comme dans le plan horizontal et que nous calculerons plus loin.

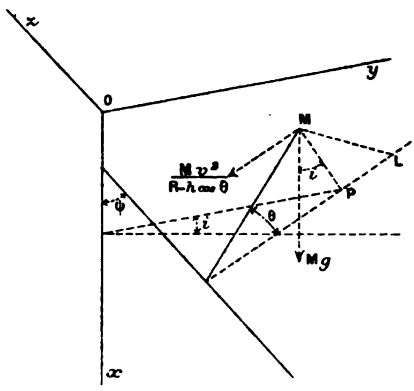


Fig. 6

Soit (*fig. 6*) :

ψ l'angle de la trace de la machine avec $o\,x$, horizontale du plan considéré,

i l'angle d'inclinaison du plan considéré,

M le *cdg* du cavalier,

P le pied de la perpendiculaire abaissée du point M sur le plan considéré,

K le point de tangence de la roue directrice (K M est supposé perpendiculaire à la trace de la machine),

ML la perpendiculaire à K M menée dans le plan MKPL de l'équilibre relatif, normal au plan $y\,o\,x$.

Soit, dans le trièdre MIKP :

face IMP $= i$
face IMK $= \alpha$
dièdre IPK $= \psi$
dièdre IKP $= A$

Soit dans le trièdre M I K L face I M K $= \alpha$

face K M L $= \frac{\pi}{2}$

face I M L $= \varphi$

dièdre I K L $= A$

on a
$$\cos\alpha = \cos i \sin\theta + \sin i \cos\theta \cos\psi$$
$$\sin A = \frac{\sin\psi \sin i}{\sin\alpha}$$
$$\cos\varphi = \sin\alpha \cos A$$

donc
$$\cos\varphi = \pm\sqrt{1 - \cos^2 i \sin^2\theta - \sin^2 i \cos^2\theta \cos^2\psi - 2\sin i \cos i \sin\theta \cos\theta - \sin^2 i \sin^2\psi}$$
$$= \pm \cos\theta (\cos i - \sin i \cos\psi \, tg\,\theta)$$

23. L'équation d'équilibre sera donc

$$(5) \qquad \frac{v^2 \sin\theta}{R \mp h\cos\theta} = \pm g \cos\theta (\cos i - \sin i \cos\psi \, tg\,\theta)$$

qui se décompose en deux équations du 4e degré
— R étant toujours supposé $> h$, la première a toujours une racine comprise entre 0 et $\frac{\pi}{2}$, la seconde toujours une racine comprise entre $\frac{\pi}{2}$ et π. Ce sont ces deux racines qui nous intéressent.

24. Quand $h \cos\theta$ est négligeable devant R, les positions d'équilibre sont données par :

$$tg\,\theta = \frac{\cos i}{\sin i \cos\psi \pm \frac{v^2}{gR}}$$

elles se confondent avec la verticale pour R infini.

En exprimant que $tg\,\theta > \frac{1}{f}$ on aura pour un plan donné les limites de ψ, ou pour ψ donné les limites d'inclinaison que le plan ne pourra dépasser.

Pour $\psi = \frac{\pi}{2}$ on trouve deux positions symétriques par rapport à verticale.

25. Pour $\psi = o$, en négligeant le terme $h \cos\theta$ on trouve

$$tg\,\theta = \frac{\cos i}{\sin i \pm \frac{v^2}{gR}}$$

qui donne une position d'équilibre dans le sens ascendant de la ligne de plus grande pente, et une autre dans le sens descendant.

26. *Courbes d'équilibre* —

Soit θ_0 l'une des positions d'équilibre.

En remplaçant successivement, dans l'équation d'équilibre, R par $\frac{dx}{\cos\psi\, d\psi}$, $\frac{dy}{\sin\psi\, d\psi}$, $\frac{ds}{d\psi}$ on aura en fonction de ψ les coordonnées et les longueurs d'arc de l'itinéraire d'équilibre.

On obtient

$$dx = \pm\frac{v^2}{g\sin i}\times\frac{\cos\psi\, d\psi}{\cos\psi - \frac{1}{tg\, i\, tg\,\theta_0}} \pm h\cos\theta_0\cos\psi\, d\psi$$

$$dy = \pm\frac{v^2}{g\sin i}\times\frac{\sin\psi\, d\psi}{\cos\psi - \frac{1}{tg\, i\, tg\,\theta_0}} \pm h\cos\theta_0\sin\psi\, d\psi$$

$$ds = \pm\frac{v^2}{g\sin i}\times\frac{d\psi}{\cos\psi - \frac{1}{tg\, i\, tg\,\theta_0}} \pm h\cos\theta_0\, d\psi$$

Soit $tg\frac{\psi}{2} = z$.

On trouve d'abord

$$y - y_0 = \mp\frac{v^2}{g\sin i}\, L_{z_0}^{z}\left(\frac{1-z^2}{1+z^2} - \frac{1}{tg\, i\, tg\,\theta_0}\right) \mp 4h\frac{z_0^2 - z^2}{(1+z^2)\,(1+z_0^2)}\cos\theta_0$$

Puis :

1° si $tg^2 i\, tg^2\theta_0 < 1$ ($\theta_0 + i$ dans le 1er et le 3e quadrants)

$$x - x_0 = \pm\frac{2v^2\, tg\,\theta_0}{g\cos i(1+tg\, i\, tg\,\theta_1)}\times\left[z - z_0 - \frac{tg\, i\, tg\,\theta_0}{\sqrt{1-tg^2 i\, tg^2\theta_0}}\right.$$

$$\left. L_{z_0}^{z}\left[\frac{(1+tg\, i\, tg\,\theta_0)z - \sqrt{1-tg^2 i\, tg^2\theta_0}}{(1+tg\, i\, tg\,\theta_0)z + \sqrt{1-tg^2 i\, tg^2\theta_0}}\right]\right] \pm 2h\left(\frac{z}{1+z^2} - \frac{z_0}{1+z_0^2}\right)\cos\theta_0$$

$$s - s_0 = \mp\frac{v^2\, tg\,\theta_0}{g\cos i\sqrt{1-tg^2 i\, tg^2\theta_0}}\, L_{z_0}^{z}\left[\frac{(1+tg i\, tg\,\theta_0)\, z - \sqrt{1-tg^2 i\, tg^2\theta_0}}{(1+tg i\, tg\,\theta_0)\, z + \sqrt{1-tg^2 i\, tg^2\theta_0}}\right]$$

$$\pm 2h\cos\theta\,(arc\, tg\, z)_{z_0}^{z}$$

2° si $tg^2 i\, tg^2 \theta_0 > 1$ ($\theta_0 + i$ dans le 2e quadrant)

$$x - x_0 = \pm \frac{2v^2}{g \cos i} \frac{tg\,\theta_0}{1 + tg\, i\, tg\, \theta_0} \left[z - z_0 - \frac{2\, tg\, i\, tg\, \theta_0}{\sqrt{tg^2 i\, tg^2 \theta_0 - 1}} \right.$$

$$\left. arc\, tg_{z_0}^{z} \left(\frac{1 + tg i\, tg\, \theta_0}{\sqrt{tg^2 i\, tg^2 \theta_0 - 1}} z \right) \right] \pm 2h \left(\frac{z}{1 + z^2} - \frac{z_0}{1 + z_0^2} \right) \cos \theta_0$$

$$s - s_0 = \mp \frac{2v^2}{g \cos i} \frac{tg\, \theta_0}{\sqrt{tg^2 i\, tg^2 \theta_0 - 1}} arc\, tg \left(\frac{1 + tg\, i\, tg\, \theta_0}{\sqrt{tg^2 i\, tg^2 \theta_0 - 1}} z \right)_{z_0}^{z}$$

$$\pm 2h \cos \theta_0\, arc\, tg_{z_0}^{z} (z)$$

A moins de modifier sa vitesse le cavalier ne pourra se maintenir en équilibre que s'il suit ces courbes. S'il suit un autre itinéraire, il oscillera nécessairement. Comme cas particulier on obtient toutes les droites du plan.

27. L'angle des traces des deux roues s'obtiendra facilement (car $R = \frac{a}{tg\,\beta}$); c'est

$$tg\,\beta = \frac{\pm ag \sin i \left(\frac{1}{tg\, i\, tg\, \theta_0} - \cos \psi \right)}{v^2 - hg \left(\frac{1}{tg\, i\, tg\, \theta_0} - \cos \psi \right) \cos \theta_0 \sin i}$$

où nous pouvons exprimer ψ en fonction soit des coordonnées, soit des longueurs d'arc.

Stabilité

28. Il serait facile de trouver la condition nécessaire et suffisante de stabilité en courbe, mais cela ne correspondrait à aucun problème réel. Nous nous bornerons donc à chercher cette condition pour l'itinéraire rectiligne.

1° *Condition nécessaire :* la position θ_v d'équilibre sera alors donnée par :

$$tg\, \theta_v = \frac{\cos i}{\sin i \cos \psi}$$

Si on écarte le cavalier de sa position d'équilibre d'un angle ε, il faudra qu'il tende à y revenir.

Soit comme précédemment $tg\, \beta = n\, \varepsilon + \ldots$

Il faudra

$$n\varepsilon > \frac{ag\sin i\left(\frac{1+\varepsilon tg\,\theta_v}{tg\,i(tg\,\theta_v-\varepsilon)}-\cos\psi\right)}{v^2-hg\sin i\left(\frac{1+\varepsilon tg\,\theta_v}{tg\,i(tg\,\theta_v-\varepsilon)}-\cos\psi\right)(\cos\theta_v+\varepsilon\sin\theta_v)}$$

qui donne, pour ε décroissant indéfiniment

$$n > \frac{ag\sin i(1+tg^2 i\cos^2\psi)}{v^2 tg\,i-hg\,tg\,i(\sin i\cos\psi-\cos\psi\sin i)\cos\theta_v}$$

(6) $$n > \frac{ag\cos i}{v^2}(1+tg^2 i\cos^2\psi)$$

2° *Condition suffisante.*

29. Bien qu'il ne puisse être question ici de fonction de force parce que ψ est variable et fonction du temps, on peut facilement comprendre que la condition 6 est *suffisante*.

Elle exprime en effet que le travail élémentaire produit par le déplacement du point M est positif lorsque ce point se rapproche de sa position d'équilibre et devient négatif quand il s'en éloigne ; donc si l'on écarte le point de cette position d'une quantité suffisamment petite et avec une vitesse suffisamment faible, il tend à y revenir. — (La considération du travail virtuel, — à l'exclusion de la fonction de force dont l'existence n'est pas indispensable — permet ici de donner la condition *nécessaire* et *suffisante* de stabilité, complétant ainsi le théorème de Lejeune-Dirichlet. Il faut remarquer que la généralisation est possible en ce qui concerne la condition nécessaire : pour qu'un système soit en équilibre stable il est nécessaire que, pour tous les déplacements virtuels compatibles avec les liaisons, la somme des travaux des forces agissantes passe du positif au négatif en s'annulant. C'est en effet nécessaire pour chaque point lorsque l'on remplace les liaisons par les forces correspondantes ; c'est donc nécessaire pour l'ensemble ; or, dans la somme des travaux ainsi formée, le travail des liaisons disparaît). —

30. La hauteur n'intervenant pas explicitement dans la formule 6, son rôle est le même qu'en plan horizontal (voir n° 9).

On a, suivant la ligne de plus grande pente

$$n > \frac{ag}{v^2}\cos i$$

stabilité supérieure à celle du plan horizontal.

Au contraire, pour l'horizontale on a

$$n > \frac{ag}{v^2\cos i}$$

La stabilité croît avec l'inclinaison du plan considéré pour la ligne de plus grande pente, et décroît quand l'inclinaison croît, pour l'horizontale.

On aura la même stabilité qu'en plan horizontal pour les directions données par :

$$tg\psi = \pm\sqrt{\frac{1}{\cos i}}$$

En posant $\rho = \frac{a}{n}$ le lieu des extrémités de ρ est

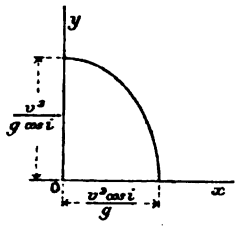


Fig. 7

$$\left(y^2 + \frac{x^2}{\cos^2 i}\right)^2 = \frac{v^4}{g^2\cos^2 i}(x^2 + y^2)$$

courbe dont la forme est analogue à celle d'une ellipse d'axes.

$$\frac{v^2}{g}\cos i \text{ et } \frac{v^2}{g}\cdot\frac{1}{\cos i}$$

En faisant varier i, on obtient la surface :

$$g^2[y^2(x^2+y^2+z^2)+z^2x^2]^2 = v^4y^2(x^2+y^2+z^2)(y^2+z^2)$$

dont la trace sur le plan des xy est composée d'un cercle et de l'axe des x ; et la trace sur le plan des yz des droites $y = \pm\frac{v^2}{y}$.

Notes complémentaires. I. Influence de *l'inclinaison de l'axe du guidon.*

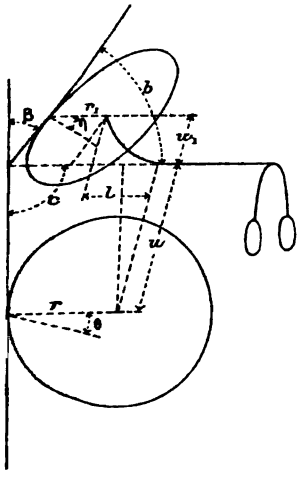


Fig. 8

31. Les angles θ et β étant donnés, la position de la machine est déterminée par les équations suivantes où

r et r_1 désignent les rayons des deux roues,

u, u_1 désignent les distances des centres à l'axe du guidon,

θ, η désignent les angles respectifs des plans des deux roues avec le P H,

l désigne la distance des pieds des perpendiculaires abaissées des centres sur l'axe du guidon,

c, b, désignent les faces du trièdre formé par les plans des deux roues avec le plan horizontal qui intercepte une face $\pi - \beta$.

$$1)\quad \frac{r_1 + u_1 \cos b}{\sin b} + l = \frac{r + u \cos c}{\sin c}$$

$$\left.\begin{array}{ll} 2) & -\cos\beta = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A \\ 3) & \cos b = -\cos c \cos\beta + \sin c \sin\beta \cos\theta \\ 4) & \cos c = -\cos\beta \cos b + \sin\beta \sin b \cos\eta \end{array}\right\}$$

ou les autres relations équivalentes des triangles sphériques.

β étant connu, θ s'en déduit par l'équation d'équilibre et ces 4 équations déterminent b, c, A, η.

De plus, si l'on suppose un écart infiniment petit ε correspondant à $d\beta = n\varepsilon$ on en déduit les différentielles de b, c, A, η et leurs rapports à ε.

32. Supposons par exemple $r_1 = u_1 = 0$ $\qquad c = c^{te}$

En différentiant 2) et 3) et éliminant db on obtient la relation entre les différentielles dA, $d\beta = n\varepsilon$ et $d\theta = -\varepsilon$

En y remplaçant A et b par leurs valeurs tirées des équations 2 et 3 cette relation devient :

$$d\beta = \left[\cos c - \frac{\cos c \cos\beta - \sin c \sin\beta \cos\theta}{1 - (\cos c \cos\beta - \sin c \sin\beta \cos\theta)^2} \times \right.$$

$$\left. [\cos c (\sin c \sin\beta \cos\theta - \cos c \cos\beta) - \cos\beta]\right] \times$$

$$\left[\left(\cos c + \sin c \frac{\cos\theta}{tg\,\beta}\right) d\beta - \sin c \sin\theta\, d\theta\right] - \sin c \sin\theta\, dA$$

où $tg\,\beta = \frac{a}{R}$ et $tg\,\theta$ est donnée par l'équation d'équilibre.

Comme en réalité le cavalier agit sur A et non sur ε c'est le rapport $\frac{dA}{\varepsilon}$ tiré de cette équation et non le rapport n qui indiquera la stabilité. Il en résultera, dans la comparaison de deux machines de forme différente, une modification de l'expression de cette stabilité.

33. Par exemple si R est infini et si nous posons $-\frac{dA}{\varepsilon} = N$ la relation précédente se réduit à :

$$n = \left(\cos c + \cos c \frac{\cos^2 c - 1}{1 - \cos^2 c}\right) \left[\left(\cos c + \sin c \frac{v^2}{ag}\right) n + \sin c\right] + \sin c\, N$$

$$\text{donc} \quad n = N \sin c$$

et comme nous avons trouvé pour condition $n > \frac{ag}{v^2}$, il faut remplacer cette inégalité par la véritable condition :

$$N > \frac{ag}{v^2 \sin c}$$

La stabilité (en chemin rectiligne) est proportionnelle au sinus de l'angle de l'axe du guidon avec le sol et maxima quand cet angle est droit. — (Si l'on incline l'axe du guidon c'est pour d'autres raisons : facilité de la manœuvre, utilisation des réactions du sol, résistance, etc... et surtout raisons de construction.)

Note 2. Effet de l'inhabileté du cavalier ou du mauvais état du terrain. — *Sensibilité de la machine*

34. Nous avons supposé un cavalier automatique d'une habileté parfaite et un terrain parfaitement uni. Les résultats que nous avons trouvés en nous basant sur ces deux hypothèses peuvent être singulièrement modifiés si ces conditions ne sont pas remplies.

Par exemple, on aurait tort de conclure qu'il serait avantageux de diminuer le plus possible la longueur de la machine.

En effet, l'inhabileté du cavalier de même que le mauvais état du terrain produiront sur la roue directrice des déviations indépendantes des écarts appelés précédemment ε.

Le cavalier aura à rattraper ces déviations qui ne seront plus fonction d'aucune des quantités qui forment le 2d membre de l'inégalité 2) (n° 7). Bien plus, s'il ne rattrape pas suffisamment ces déviations, il se trouvera écarté de la position d'équilibre d'une quantité d'autant plus grande que les conditions de stabilité étaient précédemment mieux remplies.

En effet, soit υ la déviation angulaire accidentelle de la roue motrice ; et soit θ, la position du cavalier qui se trouvait en équilibre avant la déviation. A la déviation υ correspondrait une seconde position d'équilibre θ_2 dont le cavalier se trouve écarté de l'angle

$$\theta_1 - \theta_2 = \varepsilon = \frac{\upsilon}{n_1}$$

n_1 désignant le second membre de l'inégalité 2) (n° 7).

Les écarts seront donc d'autant plus élevés que n_1 sera plus faible, donc que les conditions de stabilité étaient précédemment mieux remplies.

Cela tient à ce que n_1 est en réalité l'indice de *sensibilité* de la achine.

Comme ni les terrains, ni les cavaliers ne sont parfaits, on ne ›urra réduire la longueur de la machine au-dessous d'une limite ›nnée par l'expérience et particulière à chaque cycliste. Des vitesses tagérées, loin d'accroître pratiquement la stabilité, deviendront ›rilleuses, surtout en mauvais terrain.

Note III.

35. 1° Virage. — Dans un virage le cavalier doit modifier sa position d'équilibre. A cet effet, il se « penche », c'est-à-dire qu'il se laisse tomber jusqu'à l'inclinaison voulue un peu avant d'entrer en courbe, en profitant de l'instabilité. Il se relève ensuite en donnant à la courbure un léger accroissement. D'ailleurs, grâce à la déformabilité du cavalier et à l'intervention des réactions extérieures, celui-ci peut, dans des limites assez étendues, modifier les vitesses aréolaires, agir sur les inclinaisons et sur les vitesses de chute et de relèvement.

36. 2° Équilibre à guidon libre.

Le cavalier ayant lâché le guidon, la liaison supposée n'existe plus; mais la déformabilité du cavalier intervient. On peut donner à la machine les trois dispositions principales A. B, C.

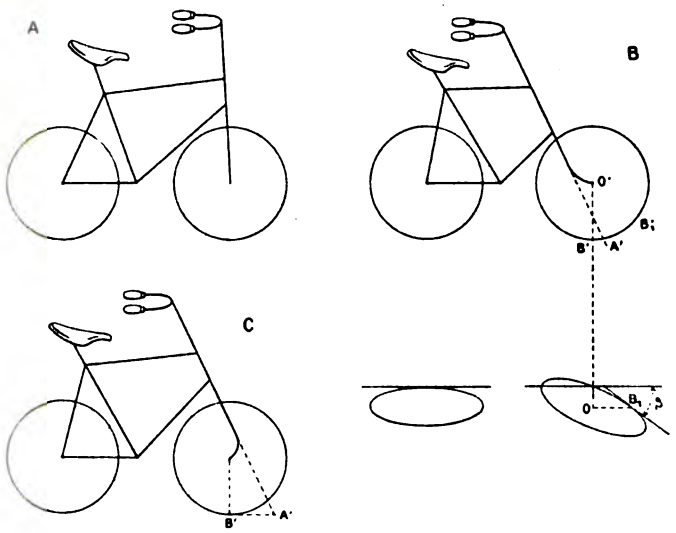


Fig. 9

Dans la disposition A le guidon libre est complètement fou (à moins de tenir compte de l'action produite par le mouvement giratoire de la roue directrice); le cavalier ne peut conserver son équilibre qu'en employant les moyens de l'équilibriste et du patineur qui consistent dans la déformabilité de l'ensemble. Il peut en effet:

1° « pencher » son torse à droite ou à gauche par rapport au plan

moyen, ce qui change la position du centre de gravité et du centre des forces centrifuges. C'est le moyen caractéristique de l'équilibriste.

2° Imprimer au torse une torsion, ce qui lui permet, jusqu'à un certain point, grâce aux réactions du sol, d'effectuer de légères rotations. (De même l'observateur qui pivote sur son talon, le patineur qui pivote sur lui-même grâce à ce que le patin « mord » sur une certaine longueur).

Dans la disposition B, si nous supposons une légère inclinaison initiale et des vitesses faibles, le point O O′ tendra à se placer dans la position la plus basse et c'est un point $B_1 B_1'$ de la roue qui viendra en contact avec le sol. Les traces feront un angle β dans le sens voulu pour la conservation de l'équilibre, sans l'intervention des mains du cavalier. Il se développe alors une force centrifuge qui, en même temps qu'elle relève l'ensemble, ramène la roue directrice dans sa position initiale.

Si le point de contact avec le sol est en arrière du point A A′ (dispositions B et C) c'est la réaction du sol qui tend à ramener la roue directrice. Dans la disposition C son effet est important grâce à la grandeur de A′ B′.

Le cavalier, ici encore, use de sa déformabilité, mais seulement pour régulariser le rapport des angles β aux écarts ε. Il peut aussi reporter son corps en avant ou en arrière, ce qui modifie la réaction du sol sur la roue directrice.

Si la vitesse est grande, les angles β seront beaucoup moindres ; mais nous avons vu que leur rapport aux angles ε peut diminuer en raison du carré de la vitesse $\left(n > \frac{ag}{v^2}\right)$.

On conçoit donc qu'avec une machine bien construite le cavalier peut, grâce à de légères déformations, maintenir son équilibre en conservant l'inégalité $\frac{\beta}{\varepsilon} > \frac{ag}{v^2}$.

Dans la disposition B le cavalier devra ralentir pour virer ; dans la disposition C il devra accélérer. Au reste le virage à guidon libre sera toujours hasardeux.

M. le Général FROLOV

A Genève

NOTE SUR LE POSTULATUM D'EUCLIDE [Q 1 a]

— Séance du 8 août —

Imitant l'exemple du regretté général de Commines de Marsilly, qui a présenté aux Congrès d'Oran et de Paris, en 1888 et 1889, deux Mémoires remarquables : 1° *Sur l'interprétation de la géométrie non-euclidienne* et 2° *Sur le postulatum d'Euclide*, nous soumettons au jugement de nos confrères de l'Association Française pour l'avancement des sciences les résultats de nos dernières recherches sur le postulatum d'Euclide. Il nous semble qu'en suivant la voie tracée et déblayée par l'illustre Legendre, et grâce aux savantes objections de quelques mathématiciens éminents, nous sommes parvenus à trouver une démonstration du fameux postulatum, satisfaisante dans l'état actuel de la science. Pour mieux éclairer cette question, si ténébreuse et surtout si embrouillée, nous mentionnerons en même temps les principales de ces objections, étant convaincu que leurs auteurs, en les communiquant, ont poursuivi le même but que nous, celui de faire jaillir la vérité, afin de rendre à la géométrie toute la stabilité et toute la rigueur nécessaire, dont elle manque malheureusement.

1. Dans un Mémoire, suivi d'un Appendice, et publié récemment[1], nous avons montré qu'on peut entourer le périmètre d'un polygone quelconque, partiellement ou entièrement, par une ligne brisée convexe ou par un polygone n'ayant qu'un petit nombre de côtés, — et cela d'une infinité de façons, — que la possibilité d'une telle construction permet de prouver que la somme des angles intérieurs d'un polygone de n côtés ne peut être moindre que le produit $2d(n-2)$, et que, par suite, elle est strictement égale à ce dernier.

1. *La théorie des parallèles démontrée rigoureusement*, avec un Appendice 1898. Paris, Carré et Naud, éditeurs.

On sait que cette proposition est équivalente au postulatum d'Euclide. Il en résulte que ce dernier est parfaitement démontrable, malgré les assertions de quelques savants distingués qui ont prétendu établir qu'on ne pourra jamais le démontrer par une construction plane, même en introduisant un nouvel axiome.

Dans notre opuscule nous n'avons donné qu'une seule construction pour entourer un polygone (Appendice, *fig. 19*), quoiqu'il en existe beaucoup, qui nous semblent également bonnes et indiscutables.

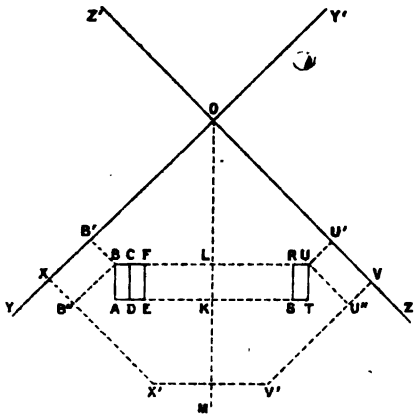


FIG. 1

Voici cette construction (*fig. 1*) : — Sur une droite indéfinie A T, nous avons juxtaposé un certain nombre de quadrilatères égaux ABCD=CDEF...=RSTU, dont les côtés égaux A B, C D... R S, T U sont perpendiculaires à A T et dont les angles en B, C, F... R, U, sont supposés aigus et désignés par θ. Ensuite nous avons pris deux droites perpendiculaires Y Y' et Z Z' se coupant en O, et placé le polygone A B C... R U T dans l'intérieur d'un des quatre angles droits Y O Z, symétriquement par rapport à sa bissectrice M O.

Il est évident que cette disposition est toujours possible, car le secteur embrassé par l'angle droit Y O Z, étant le quart du plan entier, a une aire infiniment grande, qui s'étend dans tous les sens, tandis que le polygone, quelque grand qu'il soit, a une aire limitée. Puis, pour entourer le polygone plus complètement, nous avons pris sur O Y et O Z les points X et V, symétriques par rapport à la bissectrice, assez loin du sommet O, afin que les perpendiculaires élevées de ces points sur O Y et O Z ne touchent pas le polygone. Ainsi ce dernier sera entouré de tous les côtés, excepté par en bas. Pour l'entourer de côté, prolongeons ces perpendiculaires assez loin, jusqu'aux points métriques X' et V' et joignons ces points par la droite V' X'. Le lygone étant ainsi entouré complètement, il est facile d'obtenir une ne convexe qui enveloppe la ligne polygonale B C F... R U, car il ffit pour cela de joindre les sommets B et U avec deux points métriques quelconques du pentagone O V V' X' X, ou même du ntour V' V O X X'. Dans notre Appendice nous avons abaissé des

points B et U sur O Y et O Z les perpendiculaires B B′ et U U′ et nous avons obtenu le polygone B C F... R U U′ O B′. En désignant par ω les angles extérieurs $<$ A B B′ $=$ $<$ T U U′ et par n' le nombre de ses côtés, nous avons trouvé la somme de ses angles intérieures

$$S' = 2d(n'-2) + 2(d-\theta)(n'-4) + 3d - 2\omega$$

et nous avons montré qu'en prenant n' suffisamment grand, on peut obtenir $S' > 2d(n'-2)$. C'est-à-dire, ce polygone aura un excès angulaire, ce qui est contraire à l'hypothèse $\theta < d$.

2. Cette démonstration de la proposition, que Legendre n'a pu prouver, a attiré l'attention des savants qu'intéresse l'établissement de vérités mathématiques d'importance fondamentale. Plusieurs parmi eux ont eu l'amabilité de nous communiquer leurs idées sur notre construction. – Un savant éminent nous a écrit : « *Certainement votre polygone* A B C F... R U T *peut toujours, quelque grand que soit le nombre de ses côtés, être placé dans l'intérieur du secteur* Y O Z ». Il admet également la possibilité d'abaisser des points B et U les perpendiculaires B B′ et U U′ mais d'après lui « *la droite* V′ X′ *devra se trouver située entièrement, ainsi que les perpendiculaires* V V′ *et* X X′, *au-dessus de la base* A T, *et non au-dessous* ». Ainsi, selon ce savant, on ne peut entourer le polygone qu'incomplètement, par la ligne polygonale ouverte V′ V O X X′. — Un autre savant, qui a cherché pendant bien des années la démonstration du postulatum et a acquis la conviction qu'il était impossible d'atteindre ce but, nous a écrit : « *Il n'est pas démontré impossible qu'il puisse exister une perpendiculaire à cette bissectrice* M O *qui soit asymptote aux côtés* O Y *et* O Z. *Toute perpendiculaire, plus rapprochée du sommet* O *couperait les droites* O Y *et* O Z, *et toute perpendiculaire, plus éloignée, ne rencontrerait aucune de ces droites. Plaçons* L K *sur la bissectrice de manière que le point* L *(plus rapproché de* O *que le point* K*) se trouve sur l'asymptote ou au-dessous. Le polygone* A B C F... R U T, *placé au-dessous de l'asymptote, ne sera rencontré par aucune des droites. C'était à prévoir, même en géométrie non-euclidienne, puisque, comme vous le dites, le secteur a une aire infiniment grande, tandis que le polygone, quelque grand qu'il soit, a une aire limitée... Vous avez encore une raison d'affirmer qu'on peut prendre les points* X *et* V *assez loin de* O, *pour que les perpendiculaires* X X′ *et* V V′ *ne touchent pas le polygone. Mais, on ne peut aller plus loin. Il n'est pas possible... de démontrer qu'il existe sur ces perpendiculaires deux points* V′ X′, *tels que le pentagone* O V V′ X′ X *entoure le polygone* A B C... R U T. *En effet,*

affirmer que toutes les perpendiculaires à la droite O K *rencontrent nécessairement les droites* X X′ *et* V V′, *c'est admettre le postulatum d'Euclide. Il est dès lors permis, jusqu'à la démonstration du contraire, de supposer qu'il existe des perpendiculaires à* L K *qui ne rencontrent aucune des droites* X X′, *et* V V′... *Donc, il n'est pas permis d'admettre que le polygone puisse être entouré par un pentagone. Il est à remarquer, en outre, que si l'on abaisse des sommets* B *et* U *sur* O Y *et* O Z *les perpendiculaires* BB′ *et* UU′, *ces perpendiculaires entrent dans le polygone (en géométrie non-euclidienne) et en sortent en coupant une seconde fois la ligne brisée* B C F... R U. »

On voit que les deux savants s'accordent à reconnaître la possibilité de placer le polygone A B C... R U T, quelque grand qu'il soit, dans l'intérieur du secteur YOZ et de mener les perpendiculaires XX′ et V V′ qui ne le rencontrent pas. Mais, tandis que le premier admet la possibilité d'obtenir le polygone BCF... RUU′OB′, dans lequel la somme des angles pourrait être faite plus grande que le produit $2d(n' - 2)$, le second pense que les perpendiculaires BB′ et UU′ entreront dans le polygone pour en sortir par la ligne brisée BCF.. RU. Or, on ne peut représenter ce fait qu'en courbant fortement la droite A T, ce qui prouve suffisamment que ce fait est purement fictif. Du reste, il est très difficile de raisonner juste sur des figures qu'il faut forcément faire fausses. Notre démonstration subsistera tout de même, car dans ce cas on remplacera les perpendiculaires BB′ et UU′ par les droites BB″ et UU′, joignant les sommets B et U avec deux points quelconques symétriques B″ et U″ pris sur les droites X X′ et V V′; on considérera le polygone BCF... RUU″VOXB″, et la conclusion restera la même que celle qui est exposée dans l'Appendice. Donc, ces critiques, tout en niant la possibilité d'entourer le polygone entièrement, n'infirment en rien notre démonstration.

3. — Un éminent professeur a été plus absolu dans son objection, en nous écrivant ce qui suit : « *Selon moi, sur la figure 19* (Appendice) OB′ *et* OU′ *rencontreront* BCF... L... RU. *En effet, le déficit de la figure* ABC... RUT *est* $2\ (d - \theta)\ (n - 3)$; *celui de l'pentagone* ABB′OU′UT *est* $(2\omega - 3\,d)$. *Par hypothèse, vous supposez* n^1 *qui est égal à* $(n + 1)$, *tel que* $2\ (d - \theta)\ (n^1 - 4) + 3d$ *soit* ω, *ou que* $2\ (d - \theta)\ (n - 3)$ *soit supérieur à* $(2\omega - 3d)$; *le déficit* ABCF... L... RUT *surpasse donc celui de* ABB OU′UT; *par suite, le premier polygone ne peut être contenu dans le second; donc* OB′ *et* OU′ *rencontreront* BCF... L... RU. »

Mais cette habile argumentation, allant à l'encontre des critiques

citées plus haut, peut être retournée contre l'hypothèse qu'elle défend, d'après laquelle la somme des angles d'un polygone de n côtés est moindre que le produit $2d\,(n-2)$. En effet, comme il n'y a aucun doute que tout polygone limité peut être placé dans le secteur infini YOZ, il s'ensuit : 1° Que les côtés OB′ et OU′ ne rencontreront pas ce polygone ; 2° Qu'affirmer le contraire équivaut à admettre qu'une aire finie est plus grande qu'une aire infiniment grande, et 3° Que l'hypothèse dont il s'agit est en contradiction avec le théorème du déficit angulaire, comme nous l'avons déjà remarqué dans le n° 3 de nos « *Recherches sur la théorie des parallèles.* »

On a même essayé de combattre le raisonnement, que nous venons de répéter, dans les termes suivants :

« *S'il vous paraît impossible qu'une surface finie ne puisse pas être contenue dans une surface infinie, il n'y a qu'à faire une distinction entre une surface limitée par un contour arbitraire et variable et une surface limitée par un contour invariable et rigide. Dans ce dernier cas on voit facilement qu'une surface infinie peut ne pas contenir une surface finie, et cela est vrai dans toutes les géométries, euclidienne ou non. Par exemple, la surface de la bande du plan, de surface infinie, comprise entre les deux parallèles (euclidiennes)* AB *et* CD, *ne peut pas contenir la surface finie du carré ou du cercle, tous les deux de surface finie, le côté du carré et le diamètre du cercle étant plus grands que la distance des deux parallèles.* »

Cet argument, quoiqu'habile, n'atteint pas son but, car on ne peut pas comparer le secteur d'un angle droit, qui s'étend indéfiniment dans tous les sens, comme le plan entier lui-même, avec une bande resserrée entre deux lignes équidistantes. Si l'auteur de cet argument avait considéré une bande limitée par des parallèles non-euclidiennes il aurait pu y placer n'importe quelle figure. D'ailleurs, parler des parallèles quand on ne sait pas encore ce qu'elles sont, c'est tomber en plein dans un sophisme.

4. Nous allons montrer, qu'en modifiant légèrement l'exposé de notre essai de démonstration, on peut faire disparaître ces objections.

Certains savants, pour prouver leurs propositions, n'hésitent pas à courber leurs lignes, qu'ils considèrent comme des lignes droites, sous prétexte que les définitions de la ligne droite, celle d'Euclide et d'autres qu'on tire de son axiome XII ou postulatum VI, ne permettent pas de distinguer cette ligne des lignes courbes. Sans avoir l'intention de contester ce procédé, qui produit une grande confusion en géomé-

trie[1], remarquons qu'il y a des cas où personne ne s'avisera de courber une ligne droite.

Ainsi, il semble impossible de représenter comme une ligne courbe une ligne qui est un axe de rotation d'un polygone, ou un axe de symétrie de deux polygones égaux, car en la courbant on déformerait différemment ces derniers, en faisant disparaître leur égalité. Par suite, pour empêcher de courber la base AT du polygone ABC... RUT (*fig. 1*), il suffit de le retourner autour de cette base, et l'on obtiendra un polygone double BCF... UU_1..r $F_1C_1B_1$ (*fig. 2*), composé de deux polygones égaux et symétriques par rapport à AT.

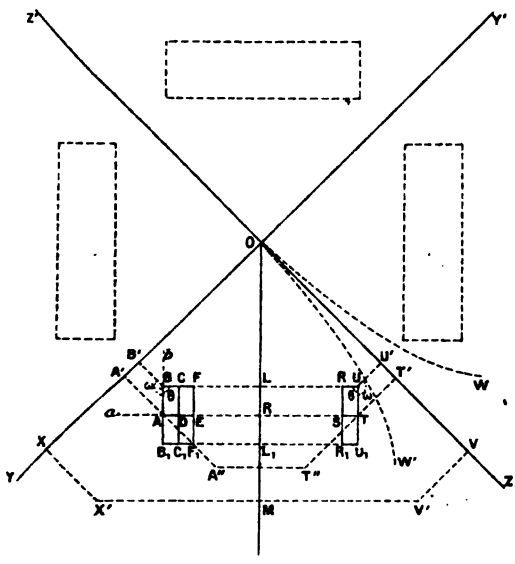


FIG. 2

On peut aisément empêcher de courber les droites perpendiculaires YY′ et ZZ′, qui divisent le plan en quatre secteurs superposables et symétriques, en plaçant dans chacun d'eux un polygone égal à celui qui vient d'être construit (*fig. 2*).

En effet, si l'on s'avisait, en considérant le secteur YOZ, de courber le côté OZ, comme l'indique le pointillé OW, on serait obligé, en considérant le secteur adjacent ZOY′, de courber OZ dans le sens opposé, comme l'indique le pointillé OW′. Ainsi OZ serait dédoublé en deux branches courbes, ce qui est absurde.

Considérons le secteur YOZ (*fig.2*) et essayons d'entourer le polygone BCF... RUU_1R_1... $F_1C_1B_1$ de tous les côtés et d'envelopper la ligne polygonale BCF... RU par une ligne convexe extérieure, ne contenant qu'un petit nombre de côtés.

cet effet, prolongeons la base AT vers *a* et le côté AB vers *b*. Si de ces lignes coupait le côté OY, la ligne BCF... RU serait envepée extérieurement. Supposons donc que A*a* et B*b* ne coupent pas

Cette confusion de nos jours est telle qu'il ya des analystes qui n'accordent pas d'importance à l'étendue qu'à la craie avec laquelle les géomètres tracent leurs res.

OY et sont, comme disent certains savants, ses *non sécantes*. Alors toutes les *sécantes* de OY, menées par le sommet A. et parmi elles la perpendiculaire AA′, se trouveront dans l'angle a A b, et le prolongement AA″ passera dans l'angle opposé B_1 A T et coupera la ligne polygonale $B_1 C_1 F_1$... $R_1 U_1$.

Remarque : Dans ce cas les lignes Aa et Bb auraient, d'après certains savants, chacune une perpendiculaire commune avec OY, et, en outre, les prolongements de AB et de TU se rencontreraient sur la bissectrice OM. On aurait ainsi encore trois lignes convexes enveloppant la ligne polygonale BCF... RU.

Il en résulte que la droite A′A″ ne pénètrera pas dans l'angle BAT et ne rencontrera pas la ligne polygonale BCF... RU, contrairement à l'opinion énoncée plus haut.

En tirant sur OZ une perpendiculaire T′T″, symétrique à A′A″, par rapport à la bissectrice OM, et en joignant les points symétriques A″ et T″, *la droite* A″T″ *se trouvera tout entière au-dessous de la base* AT et le polygone ABCF... RUT sera enclavé dans le pentagone OA′A″T″T′ (*fig. 2*). A plus forte raison, il sera entouré par le pentagone OVV′XX′ (*fig. 1 et 2*), qui enveloppe le premier. Ainsi, la construction de l'Appendice est complètement justifiée.

5. Ces considérations avaient déjà été présentées au Congrès de Nantes, quand parut la livraison d'août-sept. de Mathesis, dans laquelle M. Mansion cherche à réfuter notre essai de démonstration du postulatum d'Euclide (pages 188-191). Il s'appuie sur le théorème du déficit, qu'il recommande comme *très utile pour découvrir le défaut caché de certains essais de démonstration du postulatum d'Euclide.*

Cette critique, étant fondée sur le même raisonnement que celle qui est exposée dans l'art. 3, nous oblige de répéter ce qui a déjà été dit. Il nous semble, qu'en voulant reconnaître laquelle des deux hypothèses sur la somme des angles d'un triangle rectiligne, incompatibles entre elles, comme il ressort de la proposition *B* de Legendre, est la vraie, on devrait, pour ne pas enfreindre la logique, s'appuyer sur des vérités démontrées, indépendantes des deux hypothèses, mais on n'a pas le droit d'invoquer les conséquences de l'une ou de l'autre hypothèse. Or, on sait que le théorème du déficit, déduit, par extension du théorème de l'excès angulaire dans les triangles sphériques, n'est qu'une conséquence de l'hypothèse de l'existence du déficit angulaire dans les triangles rectilignes, et que, par suite, comme l'a expliqué Legendre, ce théorème ne saurait être vrai, si l'hypothèse ne l'était pas.

Donc, s'appuyer sur ce théorème hypothétique, comme le fait notre savant contradicteur, revient à supposer gratuitement acquis ce qui

est en question, ou à se mouvoir dans un cercle vicieux. Ce raisonnement équivaut à affirmer sans preuves que la somme des angles dans un triangle rectiligne est moindre que deux droits, parce qu'elle est moindre que deux droits. Cette critique présente, en outre, un défaut encore plus grave, celui de tendre à prouver que le théorème du déficit ne permet pas de placer un polygone limité dans un secteur infiniment grand, ou, autrement dit, à établir qu'*une grandeur finie peut surpasser une grandeur infinie*, résultat si paradoxal, que probablement personne ne l'acceptera. Il semble plus logique d'en conclure, que l'hypothèse, qui sert de fondement au théorème du déficit, est en contradiction avec ce dernier, c'est-à-dire, avec sa conséquence, et que par suite, cette hypothèse est fausse et doit être rejetée. Ainsi la critique, dont il s'agit, n'a servi qu'à confirmer la vérité qui fait l'objet de notre théorème XIV, savoir que *la somme des angles intérieurs d'un triangle rectiligne ne peut pas être moindre que deux angles droits.*

M. P. BARBARIN

Professeur au Lycée de Bordeaux

GÉOMÉTRIE GÉNÉRALE DES ESPACES [Q 1 d]

— Séance du 8 août —

I. — Espaces homogènes

Soient les $n+1$ variables $x_1\, x_2 \ldots\ldots x_{n+1}$, et la fonction quadratique homogène à cofficients réels

$$(x_1 x_2 \ldots x_{n+1}) \equiv A_1 (x_1)^2 + A_2 (x_2)^2 + \ldots\ldots + A_{n+1} (x_{n+1})^2 \qquad (1)$$

ous les systèmes de valeurs

$$x_1 = \lambda_1 \quad x_2 = \lambda_2 \ldots\ldots\ldots x_{n+1} = \lambda_{n+1} \qquad (L)$$

ue l'on peut donner à ces variables, et telles que leurs carrés sont

réels, constituent un *Espace à* n *dimensions* E_n; soit λ un nombre réel donné ; il y a une infinité de systèmes (L) pour lesquels on a

$$f(x_1 x_2 \ldots\ldots x_{n+1}) = \lambda$$

Je dirai que tous ces systèmes composent un *certain ensemble* et qu'ils en sont les *points*. Je désigne enfin par K un nombre réel ou de la forme mi ; tout système

$$x_1 = K\lambda_1 \quad x_2 = K\lambda_2 \ldots\ldots \quad x_{n+1} = K\lambda_{n+1} \qquad (KL)$$

donne à f la valeur numérique $K^2\lambda$; et pour rappeler cette propriété, je pourrai dire qu'il est un point d'un ensemble *secondaire et de module* K par rapport au premier. Quand plusieurs points d'un même ensemble satisfont à une équation homogène entre les $n+1$ variables, les points correspondants de tout ensemble secondaire la vérifient également, quel que soit son module ; donc, les propriétés géométriques que cette équation met en relief pourront être rapportées d'abord à un même ensemble fondamental, puis étendues à ses secondaires.

Soient deux systèmes points appartenant ou non au même ensemble

$$\begin{array}{ll} x_1 \; x_2 \ldots\ldots\ldots \; x_{n+1} & (x) \\ y_1 \; y_2 \ldots\ldots\ldots \; y_{n+1} & (y) \end{array}$$

et les deux fonctions linéaires homogènes

$$\begin{array}{ll} a_1 x_1 + a_2 x_2 + \ldots\ldots + a_{n+1} x_{n+1} & (P) \\ b_1 x_1 + b_2 x_2 + \ldots\ldots + b_{n+1} x_{n+1} & (Q) \end{array}$$

toute substitution à coefficients réels, de la forme

$$\left.\begin{array}{l} x_1 = \alpha_1^1 X_1 + \alpha_2^1 X_2 + \ldots\ldots + \alpha_{n+1}^1 X_{n+1} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_{n+1} = \alpha_1^{n+1} X_1 + \alpha_2^{n+1} X_2 + \ldots\ldots + \alpha_{n+1}^{n+1} X_{n+1} \end{array}\right\} \quad (\alpha)$$

les remplace respectivement par les systèmes points

$$\begin{array}{ll} X_1 \; X_2 \ldots\ldots X_{n+1} & (X) \\ Y_1 \; Y_2 \ldots\ldots Y_{n+1} & (Y) \end{array}$$

et par les fonctions linéaires homogènes

$$\begin{array}{ll} a'_1 X_1 + a'_2 X_2 + \ldots\ldots a^3_{n+1} X_{n+1} & (P') \\ b'_1 X_1 + b'_2 X_2 + \ldots\ldots b_{n+1} X_{n+1} & (Q') \end{array}$$

Je dirai que l'espace E_n est *homogène* si la fonction f et la substitution α permettent dans tous les cas les identités

$$\Sigma_1^{n+1} A_i x_i y_i \equiv \Sigma_1^{n+1} A_i X_i Y_i \tag{2}$$

$$\Sigma_1^{n+1} A_i a_i b_i \equiv \Sigma_1^{n+1} A_i a'_i b'_i \tag{3}$$

Ces conditions sont nécessaires pour que E_n puisse jouir de propriétés générales. Soit D le déterminant de la substitution (α) ; D_p^q étant son mineur relatif à l'élément α_p^q avec le signe afférent, je pose

$$\frac{D_p^q}{\alpha_p^q} = d_p^q$$

et je forme le tableau

$$\Delta = \begin{vmatrix} d_1^1 d_2^1 \ldots\ldots d_{n+1}^1 \\ d_1^2 d_2^2 \qquad d_{n+1}^2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ d_1^{n+1} d_2^{n+1} \quad d_{n+1}^{n+1} \end{vmatrix}$$

l'identité (2) conduit à $\frac{(n+1)(n+2)}{2}$ équations de condition se décomposant ainsi :

1° *les éléments majeurs de* Δ *sont égaux à* D, *(*$n+1$ conditions*)* ;

2° *les lignes de* Δ *sont proportionnelles à* $A_1 A_2 \ldots A_{n+1}$.

ce qui veut dire que tout le long de la colonne de rang p, on a

$$\frac{d_p^1}{A_1} = \frac{d_p^2}{A_2} = \ldots\ldots = \frac{d_p^{n+1}}{A_{n+1}}$$

il y a n proportions où entrent les coefficients de f, et $\frac{n(n-1)}{2}$ proportions qui en sont indépendantes ; on peut écrire ces dernières ainsi

$$\frac{A_p}{A_q} = \frac{d_p^p}{d_p^q} = \frac{d_q^p}{d_q^q}$$

r suite $$d_p^q d_q^p = d_p^p d_q^q = D^2$$

L'identité (3) conduit de son côté à $\frac{(n+1)(n+2)}{2}$ équations de

condition divisées en deux groupes. Le premier est le groupe 1° déjà mentionné ; le deuxième montre que les colonnes de Δ sont aussi proportionnelles à $A_1\ A_2 \ldots A_{n+1}$, et que tout le long de la ligne de rang q on a

$$\frac{d_1^q}{A_1}=\frac{d_2^q}{A_2}=\ldots\ldots\frac{d_{n+1}^q}{A_{n+1}}$$

par conséquent, ε désignant ± 1, on a

$$A_p=A_q\,\varepsilon\ ,\quad d_q^p=d_p^q=D\varepsilon$$

Réciproquement, si les carrés des coefficients de f sont égaux, et si les paramètres de la substitution (α) satisfont aux $\frac{(n+1)(n+2)}{2}$ équations de condition représentées par les groupes 1° et 2°, les identités (2) et (3) sont satisfaites ensemble, donc l'espace E_n est homogène, et il reste dans (α) $(n+1)^2-\frac{(n+1)(n+2)}{2}=\frac{n(n+1)}{2}$ conditions arbitraires dont on pourra user pour la simplifier à volonté.

Dans ce qui précède, on a supposé qu'aucun élément de D n'était nul.

Si $\alpha_p^q=0$ on a aussi $D_p^q=0$, et les conditions précédentes subsistent.

Lorsque sur la $n+1^e$ colonne, $\alpha_{n+1}^1=\alpha_{n+1}^2=\ldots\ \alpha_{n+1}^n=0$ mais $\alpha_{n+1}^{n+1}\lessgtr 0$
on a

$$D_{n+1}^1=D_{n+1}^2=\ldots\ D_{n+1}^n=0$$

et

$$D=D_{n+1}^{n+1}\alpha_{n+1}^{n+1}=d_{n+1}^{n+1}\left(\alpha_{n+1}^{n+1}\right)^2$$

par suite

$$\alpha_{n+1}^{n+1}=\pm 1$$

A_{n+1} disparaît alors dans les calculs d'identité, et tous les éléments de D sur la $n+1^e$ ligne sont aussi nuls, à l'exception de α_{n+1}^{n+1} ; la substitution (α) se réduit à un degré de moins, et D_{n+1}^{n+1} égal à $\pm$ D, en possède toutes les propriétés.

Remarques : 1° Pour toute substitution (α)

$$f(x_1\,x_2\ldots\ldots x_{n+1})\equiv f(X_1\,X_2\ldots\ldots X_{n+1})$$

donc le module K de tout ensemble est un invariant.

2° La substitution (α) est réversible, car en la résolvant par rapport à $X_1 \ldots X_{n+1}$ on a

$$\left.\begin{array}{l} X_1 = \beta_1^1 x_1 + \beta_2^1 x_2 + \ldots + \beta_{n+1}^1 x_{n+1} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ X_{n+1} = \beta_1^{n+1} x_1 + \beta_2^{n+1} x_2 + \ldots + \beta_{n+1}^{n+1} x_{n+1} \end{array}\right\} \quad (\beta)$$

et $$\beta_q^p = \frac{D_q^p}{D} = \frac{D_q^p}{\alpha_q^p} \cdot \frac{\alpha_q^p}{D} = \varepsilon\, \alpha_q^p, \quad \text{si } q \text{ est inégal à } p;$$

d'ailleurs

$$\beta_p^p = \frac{D_p^p}{D} = \alpha_p^p.$$

Soit D' le déterminant de (β); on sait que $DD' = 1$; quand $A_1 = A_2 = \ldots A_{n+1}$ il en résulte bien $D = D' = \pm 1$; alors les substitutions (α) (β) sont orthogonales et composées des mêmes coefficients occupant des positions symétriques vis-à-vis de la grande ligne commune; mais si $A_p = A_q \varepsilon$, D' peut avoir une valeur différente de D; nous dirons que (α) et (β) sont *semi-orthogonales*.

II. — Variétés linéaires de E_n

Soit l'espace homogène E_n adéquat à la fonction (1); le système de toutes les solutions réelles ou de la forme $m\,i$, de l'équation homogène et de degré p

$$\varphi_p(x_1\, x_2 \ldots x_{n+1}) = 0$$

forme ce que j'appellerai une *variété à $n-1$ dimensions, et d'ordre p* de E_n.

Les variétés d'ordre 1, ou linéaires, que j'étudierai spécialement correspondent donc aux équations du premier degré telles que

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + \ldots a_{n+1} x_{n+1} = 0 \qquad (4)$$

Je désigne une de ces variétés par le symbole V_n^{n-1} : l'équation (4) ayant être résolue par rapport à x, la variété linéaire est donc présentée par

$$V_n^{n-1}) \qquad x_1 = a_2 x_2 + a_3 x_3 + \ldots + a_{n+1} x_{n+1} \qquad (4')$$

D'une manière générale, soient $n-p$ équations linéaires et homogènes, résolues par rapport à $n-p$ variables,

$$\left(V_n^p\right)\left.\begin{array}{l} x_1 = a_1\, x_{n-p+1} + b_1\, x_{n-p+2} + \ldots + l_1\, x_{n+1} \\ x_2 = a_2\, x_{n-p+1} + b_2\, x_{n-p+2} + \ldots + l_2\, x_{n+1} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_{n-p} = a_{n-p}\, x_{n-p+1} + b_{n-p}\, x_{n-p+2} + \ldots + l_{n-p}\, x_{n+1} \end{array}\right\} \quad (5)$$

le système de toutes leurs solutions communes constitue *une variété linéaire à p dimensions* V_n^p de E_n, et qui dépend de $(n-p)(p+1)$ coefficients.

Lorsque $p=1$, on a $n-1$ équations exprimant $x_1 \ldots x_{n-1}$ en fonction le x_n et x_{n+1} à l'aide de $2(n-1)$ coefficients. La variété correspondante à une dimension, ou V_n^1 est nommée *droite*. Le cas de $p=0$ envisagé comme limite conduit à n équations exprimant $x_1 \ldots x_n$ au moyen de x_{n+1} c'est-à-dire à un système point (L) et à tous ses secondaires (K L). Le point est ainsi traité comme variété à zéro dimensions V_n^0. La variété à $n-1$ dimensions s'appellera *Plan*.

Toutes les fois que les équations (5) sont réduites à

$$x_1 = 0 \qquad x_2 = 0 \ldots \qquad x_{n-p} = 0$$

les $(n-p)(p+1)$ coefficients dont elle dépend sont tous nuls, et on dit que la variété V_n^p est *principale* ; or le produit $(n-p)(p+1)$ a sa plus grande valeur $\frac{n(n+2)}{4}$ pour $p = \frac{n}{2} - 1$ lorsque n est pair, $(n'+1)^2$ pour $p = n'$ quand $n = 2n'+1$; ces deux résultats sont, quelque soit n, inférieurs à $\frac{n(n+1)}{2}$: donc il y a généralement une infinité de substitutions (α) qui dans l'espace homogène E_n sont capables d'amener une variété donnée V_n^p à être principale. Ceci sera utilisé plus loin.

Il est essentiel de remarquer que si une variété V_n^p renferme un système point (L) elle renferme aussi tous ses secondaires, quelque soit leur module; donc on aura avantage à étudier d'abord les propriétés des points de cette variété appartenant à un même ensemble fondamental ; on passera ensuite aux ensembles secondaires.

Deux systèmes points (L) (M) sont d'ailleurs distincts quand l'un n'est pas secondaire de l'autre.

Théorème : p + 1 *points distincts, et n'appartenant pas à une*

même variété à p — 1 *dimensions, déterminent une variété à* p *dimensions et une seule.*

Soient $\overset{h}{x}_1\ \overset{h}{x}_2 \ldots \overset{h}{x}_{n+1}$ les valeurs des variables constituant le point (h) de rang h; les équations (5) sont vérifiées par toutes ces valeurs pour $h = 1, 2, \ldots p+1$, et on a $n-p$ systèmes d'équations linéaires à $p+1$ inconnues; chaque système, par hypothèse, est distinct des autres, et formé de $p+1$ équations distinctes ayant pour déterminant commun

$$\delta = \begin{vmatrix} \overset{1}{x}_{n-p+1} & \overset{1}{x}_{n-p+2} & \overset{1}{x}_{n+1} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \overset{h}{x}_{n-p+1} & \overset{h}{x}_{n-p+2} & \overset{h}{x}_{n+1} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \overset{p+1}{x}_{n-p+1} & \overset{p+1}{x}_{n-p+2} & \overset{p+1}{x}_{n+1} \end{vmatrix}$$

or δ n'est pas nul, sans quoi les éléments de la première colonne seraient des fonctions linéaires et homogènes semblables des éléments des autres colonnes, par suite il y aurait une variété V_n^{p-1} renfermant les $p+1$ points; donc il y a un système unique de valeurs déterminées pour $a_1 \ldots l_{n-p}$ ou une variété unique V_n^p qui contient les $p+1$ points.

Le raisonnement est indépendant du module de (h) qui est facteur dans δ; donc on peut supposer, si on le juge à propos, que les $p+1$ points sont ceux d'un même ensemble. En ce cas, les systèmes (1) (2) $(p+1)$ permettent de déterminer le système général $(p+2)$ de la variété V_n^p sur ce même ensemble par la formule

$$x_q^{p+2} = \alpha_1 \overset{1}{x}_q + \alpha_2 \overset{2}{x}_q + \ldots + \alpha_{p+1} \overset{p+1}{x}_q \qquad (6)$$

dans laquelle q prend successivement les valeurs 1 2... $n+1$, et α_1 . α_{p+1} sont des nombres réels arbitraires.

D'ailleurs, si (1) (2)... $(p+1)$ ne font pas partie du même ensemble, si $\alpha_1 \ldots \alpha_{p+1}$ sont réels ou de la forme mi, la formule (6) donne en-e un système général de V_n^p.

Relation entre les p *points distincts qui définissent une variété* -1, *et un* p+1^e *point quelconque de cette variété.*

appliquons la formule 6 à notre exemple ; nous avons

$$\left.\begin{array}{l} x_1^{p+1} = \alpha_1 x_1^1 + \alpha_2 x_1^2 + \ldots \alpha_p x_1^p \\ x_2^{p+1} = \alpha_1 x_2^1 + \alpha_2 x_2^2 + \ldots \alpha_p x_2^p \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_{n+1}^{p+1} = \alpha_1 x_{n+1}^1 + \alpha_2 x_{n+1}^2 + \ldots \alpha_p x_{n+1}^p \end{array}\right\} \quad (7)$$

Convenons d'écrire pour abréger

$$A_1 x_1^i x_1^j + A_2 x_2^i x_2^j + \ldots + A_{n+1} x_{n+1}^i x_{n+1}^j \equiv (ji) \equiv (ji)$$

multiplions les équations (7) respectivement par $A_1 x_1^1$, $A_2 x_2^1$, $\ldots A_{n+1}$, x_{n+1}^1, et ajoutons les, nous avons

$$\left.\begin{array}{l} (1\ ,\ p+1) = \alpha_1 (1\ 1) + \alpha_2 (1\ 2) + \ldots + \alpha_p (1\ p) \\ \text{et de même} \\ (2\ ,\ p+1) = \alpha_1 (2\ 1) + \alpha_2 (2\ 2) + \ldots + \alpha_p (2\ p) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ (p+1,\ p+1) = \alpha_1 (p+1, 1) + \alpha_2 (p+1, 2) + \ldots + \alpha_p (p+1, \mathrm{p}) \end{array}\right\} \quad (8)$$

donc en éliminant $\alpha_1 \ldots \alpha_p$ il vient

$$\left|\begin{array}{lll} (11) & (12) \ldots\ldots & (1,\ p+1) \\ (21) & (22) \ldots\ldots & (2,\ p+1) \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ (p+1, 1) & (p+1, 2) \ldots & (p+1,\ p+1) \end{array}\right| = 0 \quad (9$$

Cette relation générale ne suppose pas que les $p+1$ points appartiennent au même ensemble. Réciproquement, quand elle est remplie entre $p+1$ systèmes distincts, les p premiers déterminent une variété à $p-1$ dimensions qui renferme le $p+1^e$.

La relation (9) peut se mettre sous une autre forme. Déterminons des nombres $\beta_1\ \beta_2 \ldots \beta_p$ réels ou de la forme mi par les égalités

$$\frac{\beta_1}{\alpha_1 \sqrt{(11)}} = \frac{\beta_2}{\alpha_2 \sqrt{(22)}} = \ldots\ldots = \frac{\beta_p}{\alpha_p \sqrt{(pp)}} = \frac{1}{\sqrt{(p+1,\ p+1)}}$$

et posons $$C\,(i\,j) = C\,(j\,i) = \frac{(i\,j)}{\sqrt{(i\,i)\ (j\,j)}}$$

le radical étant *toujours pris positivement ;* les équations (8) donnant

$$C(1, p+1) = \beta_1 C(11) + \beta_2 C(12) + \ldots\ldots \quad \beta_p C(1\,p)$$

$$\&\ldots\ldots \tag{8'}$$

donc

$$\begin{vmatrix} C(11) & C(12) & C(1, p+1 \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ C(p+1, 1) & C(p+1, 2) & C(p+1, p+1) \end{vmatrix} = 0 \tag{9'}$$

est la seconde forme de (9), d'ailleurs identique à (9) quand tous les points sont sur le même ensemble.

Relation entre les p *plans qui composent une variété* V_n^{n-p} *et un* $p+1^e$ *plan quelconque la renfermant.*

Soient les p équations linéaires distinctes ($p = 1, 2 \ldots\ldots n$)

$$P_1 \qquad \overset{1}{a}_1 x_1 + \overset{1}{a}_2 x_2 + \ldots \quad \overset{1}{a}_{n+1} x_{n+1} = 0$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$P_p \qquad \overset{p}{a}_1 x_1 + \overset{p}{a}_2 x_2 + \ldots \quad \overset{p}{a}_{n+1} x_{n+1} = 0$$

dont toutes les solutions communes composent V_n^{n-p} ; l'équation générale d'un $p+1^e$ plan renfermant toutes ces solutions est

$$P_{p+1} \qquad \overset{p+1}{a}_1 x_1 + \overset{p+1}{a}_2 x_2 + \ldots \quad \overset{p+1}{a}_{n+1} x_{n+1} = 0$$

si on a

$$\overset{p+1}{a}_1 = \alpha_1 \overset{1}{a}_1 + \alpha_2 \overset{2}{a}_1 + \ldots \quad + \alpha_p \overset{p}{a}_1$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\overset{p+1}{a}_{n+1} = \alpha_1 \overset{1}{a}_{n+1} + \alpha_2 \overset{2}{a}_{n+1} + \ldots \quad + \alpha_p \overset{p}{a}_{n+1}$$

r suite, à cause des notations

$$A_1 \overset{i}{a}_1 \overset{j}{a}_1 + A_2 \overset{i}{a}_2 \overset{j}{a}_2 + \ldots \quad A_{n+1} \overset{i}{a}_{n+1} \overset{j}{a}_{n+1} \equiv (P_i\, P_j) \equiv$$

$$\equiv (P_j\, P_i) \equiv (i\,j) \equiv (j\,i)$$

$$C(P\ P_j) \equiv C(i\,j)$$

les $p+1$ plans sont liés par les relations (9) et (9′) dont les réciproques sont également vraies.

III. — Invariants de l'Espace homogène E_n

Soient les deux systèmes points (1) (2) et les variétés plans $P_1 P_2$ de l'espace homogène E_n. Moyennant les conditions

$$(A_1)^2 = (A_2)^2 = \ldots\ldots = (A_{n+1})^2$$

toute substitution semi-orthogonale (α) conserve leur valeur aux expressions

$$(11) = \Sigma A_1 (x_1^1)^2 \qquad (22) = \Sigma A_1 (x_1^2)^2 \qquad (12) = (21) = \Sigma A_1 x_1^1 x_1^2$$

$$(P_1 P_1) = \Sigma A_1 (a_1^1)^2 \qquad (P_2 P_2) = \Sigma A_1 (a_1^2)^2 \qquad (P_1 P_2) = (P_2 P_1) = \Sigma A_1 a_1^1 a_1^2$$

auxquelles nous ajouterons les suivantes

$$\begin{aligned} C(12) = C(21) &= \frac{(12)}{\sqrt{(11)(22)}} \\ \Gamma(P_1 P_2) = \Gamma(P_2 P_1) &= \frac{(P_1 P_2)}{\sqrt{(P_1 P_1)(P_2 P_2)}} \end{aligned} \tag{10}$$

Le radical y est toujours pris positivement; ces 8 fonctions sont des invariants; d'ailleurs

$$C(11) = C(22) = 1 \qquad \Gamma(P_1 P_1) = \Gamma(P_2 P_2) = 1$$

Les fonctions nouvelles $S(12)$, $\Sigma(P_1 P_2)$ définies par les égalités

$$\begin{aligned} C^2(12) + S^2(12) &= 1 \\ \Gamma^2(P_1 P_2) + \Sigma^2(P_1 P_2) &= 1 \end{aligned} \tag{11}$$

sont aussi des invariants, et nous conviendrons de faire correspondre le signe de chacune à celui de la permutation des indices 1 2 qu'elle renferme; de sorte que

$$S(12) + S(21) = 0 \qquad \Sigma(P_1 P_2) + \Sigma(P_2 P_1) = 0$$

$$S(11) = 0 \qquad \Sigma(P_1 P_1) = 0$$

Si (2) est secondaire de (1) suivant le module K, on a $C(12) = 1$, $S(12) = 0$ et réciproquement.

Soit la variété V_n^0 constituée par le point (1) et ses secondaires. Tous les points (2) en nombre infini, pour lesquels on a $C(12) = 0$ ou

(12) = 0 constituent un plan V_n^{n-1} ayant (1) pour *centre*. Réciproquement, prenons sur V_n^{n-1} un point quelconque (2) ; le plan qui a (2) pour centre, et qui correspond à (23) = 0, renferme la solution particulière V_n^0 ; en un mot, V_n^0 et V_n^{n-1} jouissent de cette propriété que tout plan central à un point de l'une renferme l'autre ; nous dirons qu'elles sont *centrales ou polaires* l'une de l'autre.

Plus généralement, considérons la variété à $n-p$ dimensions V_n^{n-p} formée par toutes les solutions communes aux p plans distincts P_1, P_2... P_p. Les variétés points (1) (2)... *(p)* centrales de ces plans déterminent une variété à $p-1$ dimensions V_n^{p-1} ; or un plan quelconque P_{p+1} renfermant V_n^{n-p} a la forme

$$P_{p+1} = \lambda_1 P_1 + \lambda_2 P_2 + \dots \lambda_p P_p = 0$$

où λ_1 λ_2... λ_p sont des arbitraires ; son centre $(p+1)$ est donc déterminé par l'équation symbolique

$$(p+1) = \lambda_1 (1) + \lambda_2 (2) + \dots \lambda_p (p)$$

applicable tour à tour à chacune des $n+1$ variables ; donc ce centre est sur V_n^{p-1} ; réciproquement, le plan central d'un point quelconque de V_n^{n-p} renferme V_n^{p-1} ; aussi on dira que V_n^{p-1} et V_n^{n-p} sont *centrales l'une de l'autre.*

Enfin soient deux variétés quelconques V_n^p V_n^q ; si la variété V_n^{n-p-1} centrale de la première est renfermée dans la seconde, on prouve aisément que l'inverse a lieu aussi ; pour rappeler ce double fait, on dit que V_n^p et V_n^q sont *perpendiculaires entre elles.*

Théorème : *Soient les variétés* (1) (2) *centrales des plans* P_1 P_2 ; *on a*

$$C(12) = \Gamma(P_1 P_2) \qquad S(12) = \Sigma(P_1 P_2) \qquad (12)$$

En effet, $\overset{1}{a}_1 \dots \overset{1}{a}_{n+1}$, $\overset{2}{a}_1 \dots \overset{2}{a}_{n+1}$ désignant les coefficients des plans, on a (1) et (2) par les formules

$$\frac{\overset{1}{x}_1}{A_1 \overset{1}{a}_1} = \frac{\overset{1}{x}_2}{A_2 \overset{1}{a}_2} = \dots = \frac{\overset{1}{x}_{n+1}}{A_{n+1} \overset{1}{a}_{n+1}} = K_1$$

$$\frac{\overset{2}{x}_1}{A_1 \overset{2}{a}_1} = \frac{\overset{2}{x}_2}{A_2 \overset{2}{a}_2} = \dots \frac{\overset{2}{x}_{n+1}}{A_{n+1} \overset{2}{a}_{n+1}} = K_2$$

donc

$$C(12) = \frac{(12)}{\sqrt{(11)\,(22)}} =$$

$$\frac{K_1 K_2 \left(A_1 \overset{1}{a}_1 \overset{2}{a}_1 + A_2 \overset{1}{a}_2 \overset{2}{a}_2 + \ldots \; A_{n+1} \overset{1}{a}_{n+1} \overset{2}{a}_{n+1}\right)}{\sqrt{K_1^2 \left[A_1 \overset{1}{(a_1)}^2 + \ldots \; A_{n+1} \overset{1}{(a_{n+1})}^2\right] K_2^2 \left[A_1 \overset{2}{(a_1)}^2 + \ldots \; A_{n+1} \overset{2}{(a_{n+1})}^2\right]}}$$

le radical étant pris positivement, et la limite de l'expression étant 1 pour $(2) \equiv (1)$ on a

$$C(12) = \Gamma(P_1 P_2)$$

donc

$$S^2(12) = \Sigma^2(P_1 P_2)$$

mais la fonction S et Σ ont chacune, par définition, le signe de la permutation 12, donc elles sont égales.

Formules relatives à la ligne droite.

Soient les trois points (1) (2) (3) appartenant à la variété d'une dimension $\overset{1}{V}_n$; je puis supposer que $\overset{1}{V}_n$ est principale, et ses équations sont

$$x_3 = x_4 = \ldots = x_{n+1} = 0$$

entre les variables non nulles x_1 x_2 on a donc

$$x_1^3 = \alpha_1 x_1^1 + \alpha_2 x_1^2$$
$$x_2^3 = \alpha_1 x^1_2 + \alpha_2 x_2^2$$

et par suite, d'après (9')

$$C^2(12) + C^2(23) + C^2(31) - 2\,C(12)\,C(23)\,C(31) - 1 = 0$$

ou

$$C(23) = C(12)\,C(31) \pm S(12)\,S(31)$$

pour $(3) \equiv (2)$ elle se réduit à une des identités (11); donc le signe qui précède le produit S (12) S (31) doit être négatif. Convenons alors de considérer la permutation 23 comme la réunion, ou la *somme* des permutations 21, 13 nous aurons l'identité générale

$$C(23) = C(21 + 13) = C(21)\,C(13) - S(21)\,S(13) \qquad (13)$$

Ceci posé, on a

$$S^2(12) = \frac{A_1 A_2 (x_1^2 x^1 - x_1^1 x_2^2)^2}{(11)\,(22)}, \quad S^2(23) = \frac{A_1 A_2 \overset{2}{(\alpha_1)}^2 (x_1^2 x^1 - x_1^1 x_2^2)^2}{(22)\,(33)},$$

$$S^2(31) = \frac{A_1 A_2 \overset{2}{(\alpha_2)}^2 (x_1^2 x_2^1 - x_1^1 x_2^2)^2}{(11)\,(33)}$$

on en tire

$$(\alpha_1)^2 = \frac{S^2(23)}{S^2(12)} \times \frac{(33)}{(11)}, \qquad (\alpha_2)^2 = \frac{S^2(31)}{S^2(12)} \times \frac{(33)}{(22)}$$

or, quand (3) est secondaire de (1) α_2 est nul, et $(\alpha_1)^2 = \frac{(33)}{(11)}$; donc, en prenant le radical positivement, on a toujours

$$\alpha_1 = \frac{S(23)}{S(21)} \sqrt{\frac{(33)}{(11)}} \qquad \alpha_2 = \frac{S(13)}{S(12)} \sqrt{\frac{(33)}{(22)}} \tag{13'}$$

mais

$$(13) = \alpha_1 (11) + \alpha_2 (12)$$
$$(23) = \alpha_1 (21) + \alpha_2 (22)$$
$$(33) = \alpha_1 (31) + \alpha_2 (32)$$

donc, éliminant α_1 et α_2 on a

$$S(23) = S(21 + 13) = S(21)\,C(13) + S(13)\,C(21) \tag{14}$$

les formules d'addition (13) et (14) sont capitales ; elles permettent de résoudre toutes les questions relatives aux permutations de plusieurs systèmes points sur V_n^1.

Appliquons-les aux plans d'après les formules (12) ; nous aurons l'énoncé suivant :

Soient trois variétés à $n - 1$ dimensions $P_1\ P_2\ P_3$ renfermant une même variété V_n^{n-2} on a

$$\begin{aligned} \Gamma(P_2P_3) &= \Gamma(P_2P_1 + P_1P_3) = \Gamma(P_2P_1)\,\Gamma(P_1P_3) - \Sigma(P_2P_1)\,\Sigma(P_1P_3) \\ \Sigma(P_2P_3) &= \Sigma(P_2P_1 + P_1P_3) = \Sigma(P_2P_1)\,\Gamma(P_1P_3) + \Sigma(P_1P_3)\,\Gamma(P_2P_1) \end{aligned} \tag{15}$$

Les invariants (22) (33) (23) peuvent concourir à former une infinité d'autres fonctions invariants φ (23). Pour savoir si l'une d'elles, eu égard à l'identité symbolique

$$23 = 21 + 13$$

ut conduire à une identité, il faut calculer φ (23) φ (21 φ (13) en fonc-
›n de (11) (12) (22) pour essayer de découvrir entre elles, si elle existe,
ıe relation indépendante de α_1 et α_2, dont la forme pourra servir de
se à de nouvelles transformations.

Suivant la nature de φ, cette identité aura lieu, ou quelque soient
et α_2, comme cela arrive pour $\varphi = C$ et $\varphi = S$, ou seulement quand

α_1 et α_2 réaliseront une condition particulière ; je prends pour exemple de ce dernier cas les fonctions particulières

$$\varphi(32) = \sqrt{(22)+(33)-2(23)}$$

$$\varphi(12) = \sqrt{(22)+(11)-2(21)}$$

$$\varphi(13) = \sqrt{(11)+(33)-2(13)}$$

les radicaux étant essentiellement positifs ; en éliminant (13) (23) et (33) j'ai

$$\varphi(32) = \sqrt{(1-\alpha_2)^2(22)+(\alpha_1)^2(11)+2\alpha_1(\alpha_2-1)(12)}$$

$$\varphi(13) = \sqrt{(1-\alpha_1)^2(11)+(\alpha_2)^2(22)+2\alpha_2(\alpha_1-1)(12)}$$

par conséquent, lorsque $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$, on voit que

$$\text{donc } \varphi(32) = \alpha_1\,\varphi(12),\quad \varphi(13) = \alpha_2\,\varphi(12);$$

$$\varphi(12) = \varphi(13) + \varphi(32) \tag{16}$$

Réciproquement, dans tout espace homogène E_n où la fonction φ définie précédemment satisfait à l'identité (16) on doit avoir, le long d'une variété quelconque $\overset{1}{V}_n$

$$\left\{ (11)(22) - (12)^2 \right\} (\alpha_1 + \alpha_2 - 1)^2 = 0$$

et par suite $\qquad \alpha_1 + \alpha_2 = 1$

donc

$$\alpha_1 = \frac{\varphi(32)}{\varphi(12)} = \frac{S(32)}{S(12)}\sqrt{\frac{(33)}{(11)}} \qquad \alpha_2 = \frac{\varphi(13)}{\varphi(12)} = \frac{S(13)}{S(12)}\sqrt{\frac{(33)}{(22)}}$$

ce qui entraîne, pour trois systèmes points quelconques de $\overset{1}{V}_n$

$$\frac{S(12)\sqrt{(11)\,(22)}}{\varphi(12)} = \frac{S(13)\sqrt{(11)\,(33)}}{\varphi(13)} = \frac{S(32)\sqrt{(33)\,(22)}}{\varphi(32)} = \ldots = C^e \tag{17}$$

Je vais prouver en outre que l'espace E_n qui nous occupe a une propriété singulière ; une des variables, x_1 par exemple, y demeure constante. En effet, j'envisage le point (4) tel que

$$\overset{4}{x}_1 = K \qquad \overset{4}{x}_2 = \overset{4}{x}_3 = \ldots \quad \overset{4}{x}_{n+1} = 0$$

et sur une variété quelconque $\overset{1}{V}_n$ renfermant ce point, deux points

(1) (2) satisfaisant à la condition (24) = (14) ou $\overset{1}{x}_1 = \overset{2}{x}_1$; si sur cette même variété je prends un point quelconque (3), j'ai

$$S(23) = S(24)\,C(43) + S(43)\,C(24)$$

$$S(13) = S(14)\,C(43) + S(43)\,C(14)$$

utilisant ces formules pour le calcul de α_1 et α_2 dont la somme égale 1 j'ai donc, en vertu de la position particulière du système (4), l'équation

$$\frac{(43)}{(44)}\left[\frac{\varphi(24)}{\varphi(21)} + \frac{\varphi(14)}{\varphi(12)}\right] - 1 + \frac{S(43)}{S(21)}\sqrt{\frac{(33)}{(11)\,(22)\,(44)}}\left[(24) - (14)\right] = 0$$

et par conséquent

$$(43) = (44)$$

donc $\overset{3}{x}_1 = \overset{4}{x}_1 = K$; mais (3) n'est qu'un système tout à fait quelconque de E_n ; donc dans tout l'espace, x_1 demeure égal à K. La réciproque est évidente ; si pour deux systèmes quelconques (1) (2) on a $\overset{1}{x}_1 = \overset{2}{x}_2 = K$, pour un système quelconque (3) de la variété $\overset{1}{V}_n$ définie par les deux premiers, on a

$$\overset{3}{x}_1 = K = \alpha_1 \overset{1}{x}_1 + \alpha_2 \overset{2}{x}_1$$

donc $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$.

Dans l'espace homogène particulier que je viens de définir, une variété plane $\overset{n-1}{V}_n$ est une *équation linéaire non homogène entre les* n *variables* $x_2 \ldots x_{n+1}$; toute substitution (α) y conserve ses propriétés, et la constante x_1 est simplement remplacée par une autre constante X_1 ; α_1 et α_2 sont des invariants, et leur somme demeure égale à 1 quelque soit (α).

Dans un espace homogène quelconque, deux variétés à une dimension faisant partie de la même variété à deux dimensions ont pour solutions communes une variété sans dimensions qui a deux points secondaires de modules égaux et de signes contraires sur tout ensemble donné ; au contraire, l'espace particulier caractérisé par $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ us fait connaître des variétés droite ayant un seul système défini solutions communes, dans lequel certaines variables même gardant s valeurs finies, d'autres pourraient recevoir des valeurs infinies ; nous cherchons dans les géométries existantes des exemples ncrets de ces différentes natures d'espace, nous pouvons précisément mentionner les espaces Riemanniens et Lobatschefskiens, qui

repondent à $\alpha_1 + \alpha_2$ quelconque, avec leur limite commune l'espace Euclidien pour $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$.

IV. — Triangles

J'appelle de ce nom le groupe des trois variétés sans dimension (1) (2) (3) n'appartenant pas à une même droite; il détermine une variété unique à deux dimensions que je puis rendre préalablement principale, en imposant aux coefficients de (α) un nombre de conditions supplémentaires égal à $3n - 6 < \frac{n(n+1)}{2}$. J'ai ainsi les trois suites de valeurs

$$\left.\begin{array}{ll} (1) & x_1^1\, x_2^1\, x_3^1 \text{ différentes de zéro} \\ (2) & x_1^2\, x_2^2\, x_3^2 \ldots\ldots\ldots id \ldots\ldots\ldots \\ (3) & x_1^3\, x_2^3\, x_3^3 \ldots\ldots\ldots id \ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \text{ et toutes les autres variables nulles.}$$

J'imagine les droites 12, 13. Les équations qui les distinguent dans la variété V_n^2 sont

$$P_{12} = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ x_1^1 & x_2^1 & x_3^1 \\ x_1^2 & x_2^2 & x_3^2 \end{vmatrix} = 0 \qquad P_{13} = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ x_1^1 & x_2^1 & x_3^1 \\ x_1^3 & x_2^3 & x_3^3 \end{vmatrix} = 0$$

or, prises en elles même, $P_{12} = 0$ $P_{13} = 0$ sont les plans qui renferment la variété V_n^{n-3} centrale de V_n^2 et chacune des droites; je conviendrai de dire que les invariants $\Gamma(P_{12}\, P_{13})$, $\Sigma(P_{12}\, P_{13})$ relatifs à ces plans sont également les *invariants relatifs aux droites 12 13 dans la variété* V_n^2 et j'écrirai en abrégé

$$\Gamma(P_{12}\, P_{13}) = \Gamma(\overset{\frown}{213}), \qquad \Sigma(P_{12}\, P_{13}) = \Sigma(\overset{\frown}{213}).$$

Ainsi,

$$\Gamma(\overset{\frown}{213}) = \frac{A_1\left(x_2^1 x_3^2 - x_3^2 x_3^1\right)\left(x_2^1 x_3^3 - x_2^3 x_3^1\right) + A_2\left(x_3^1 x_1^2 - x_1^1 x_3^2\right)\left(x_3^1 x_1^3 - x_1^3 x_3^1\right) + A_3\left(x_1^1 x_2^2 - x_1^2 x_2^1\right)\left(x_1^1 x_2^3 - x_1^3 x_2^1\right)}{\sqrt{A_1\left(x_2^1 x_3^2 - x_2^2 x_3^1\right)^2 + \ldots}\ \sqrt{A_1\left(x_2^1 x_3^3 - x_2^3 x_3^1\right)^2 + \ldots}}$$

or les 6 invariants relatifs aux systèmes (1) (2) (3) sont : (radicaux positifs)

$$C(12) = \frac{(12)}{\sqrt{(11)(22)}} \qquad S(12) = \frac{\sqrt{(11)(22) - (12)^2}}{\sqrt{(11)(22)}}$$

$$C(13) = \frac{(13)}{\sqrt{(11)(33)}} \qquad S(13) = \frac{\sqrt{(11)(33) - (13)^2}}{\sqrt{(11)(33)}}$$

$$C(23) = \frac{(23)}{\sqrt{(22)(33)}} \qquad S(23) = \frac{\sqrt{(22)(33) - (23)^2}}{\sqrt{(22)(33)}}$$

et on a

$$C(23) - C(12)\,C(13) = \frac{(11)(23) - (12)(13)}{\sqrt{(11)^2(22)(33)}}$$

$$S(12)\,S(13) =$$

$$\frac{\sqrt{A_1 A_2 (x_1^1 x_2^2 - x_2^1 x_1^2)^2 + \ldots} \times \sqrt{A_1 A_2 (x_1^1 x_2^3 - x_1^3 x_2^1)^2 + \ldots}}{\sqrt{(11)^2(22)(33)}}$$

$$(11)(23) - (12)(13) = A_1 A_2 \left(x_1^1 x_2^2 - x_1^2 x_2^1\right)\left(x_1^1 x_2^3 - x_1^3 x_2^1\right) + \ldots$$

Par conséquent, si on tient compte de $(A_1)^2 = (A_2)^2 = (A_3)^2 = \ldots\ldots$ c'est-à-dire de

$$\frac{A_1 A_2}{A_3} = \frac{A_2 A_3}{A_1} = \frac{A_3 A_1}{A_2} = \ldots\ldots \qquad = 1$$

on trouve facilement

$$C(23) = C(12)\,C(13) + S(12)\,S(13)\,\Gamma(\overset{\sqcap}{213})$$

et de même $\quad C(31) = C(23)\,C(21) + S(23)\,S(21)\,\Gamma(\overset{\sqcap}{321}) \qquad (18)$

$$C(12) = C(31)\,C(32) + S(31)\,S(32)\,\Gamma(\overset{\sqcap}{132})$$

Ce sont les formules *trigonométriques* fondamentales du triangle (1) (2) (3). Leur groupe donne lieu à une quantité de relations nouvelles qui peuvent s'en déduire ; en particulier il est intéressant de citer les suivantes

$$H = \begin{vmatrix} 1 & C(12) & C(13) \\ C(12) & 1 & C(23) \\ C(13) & C(23) & 1 \end{vmatrix} \qquad H' = \begin{vmatrix} 1 & \Gamma(\overset{\sqcap}{132}) & \Gamma(\overset{\sqcap}{123}) \\ \Gamma(\overset{\sqcap}{132}) & 1 & \Gamma(\overset{\sqcap}{213}) \\ \Gamma(\overset{\sqcap}{123}) & \Gamma(\overset{\sqcap}{213}) & 1 \end{vmatrix}$$

$$\frac{\Sigma(\overset{\sqcap}{213})}{S(23)} = \frac{\Sigma(\overset{\sqcap}{123})}{S(13)} = \frac{\Sigma(\overset{\sqcap}{132})}{S(12)} = \frac{\sqrt{H}}{S(23)\,S(13)\,S(12)} \qquad (18')$$

$$= \frac{\Sigma(\overset{\sqcap}{213})\;\Sigma(\overset{\sqcap}{123})\;\Sigma(\overset{\sqcap}{132})}{\sqrt{H'}}$$

Généralement H est différent de zéro parce que (1) (2) (3) sont distincts et n'appartiennent pas à une même droite, donc les numérateurs de ces rapports sont aussi différents de zéro.

Mais H′ peut être nul quand on a l'une des trois relations

$$\Gamma(\overset{\sqcap}{213}) = \Gamma(\overset{\sqcap}{123})\,\Gamma(\overset{\sqcap}{132}) \pm \Sigma(\overset{\sqcap}{123})\,\Sigma(\overset{\sqcap}{132})$$

&...

dans ce cas les fonctions S (12) S (13) S (23) sont nulles ; c'est ce qui arrive dans l'espace homogène particulier où $x_1 = K$ demeurant constant, on a en même temps

$$\frac{(12)^2}{(33)} = \frac{(13)^2}{(22)} = \frac{(23)^2}{(11)}$$

et par suite, en posant pour abréger

$$\frac{\varphi(12)}{(12)} = \psi(12) \qquad \&\ldots\ldots\ldots$$

$$\frac{S(23)}{\psi(23)} = \frac{S(31)}{\psi(31)} = \frac{S(12)}{\psi(12)}$$

Les formules (18′) deviennent alors

$$\left.\begin{array}{c} H' = o \\ \dfrac{\Sigma(\overset{\sqcap}{213})}{\psi(23)} = \dfrac{\Sigma(\overset{\sqcap}{123})}{\psi(13)} = \dfrac{\Sigma(\overset{\sqcap}{132})}{\psi(12)} \end{array}\right\} \qquad (19)$$

et comme d'ailleurs

$$\varphi(12) = \sqrt{A_2(x_2^1 - x_2^2)^2 + A_3(x_3^1 - x_3^2)^2} \qquad \&\ldots$$

les six fonctions φ et ψ ont des valeurs finies et déterminées, non nulles.

Les fonctions C (12)... sont égales à 1, et $H = 0$; par suite les formules (18) se réduisent à des identités numériques $1 = 1$; mais en les modifiant convenablement, on peut en déduire des résultats nouveaux. En effet, admettons que l'espace correspondant à $x_1 = K$ se modifie d'une manière continue de sorte que, dépendant d'un certain paramètre λ, les fonctions S (12) &... tendent toutes vers zéro quand λ tend vers la valeur particulière λ_1, et posons

$$C(12) = 1 + \theta_3, \quad C(13) = 1 + \theta_2, \quad C(23) = 1 + \theta_1,$$

$$\frac{S^2(23)}{S^2(12)} = \frac{\psi^2(23)}{\psi^2(12)} + \gamma_1, \quad \frac{S^2(13)}{S^2(12)} = \frac{\psi^2(13)}{\psi^2(12)} + \gamma_2$$

$\theta_1\ \theta_2\ \theta_3\ \gamma_1\ \gamma_2$ étant 5 infiniment petits fonctions de $\lambda - \lambda_1$;

La troisième des relations 18 peut s'écrire

$$\left\{\begin{aligned} &\left(-\frac{1}{2+\theta_3}+\frac{1}{2+\theta_1}\right)\left\{\frac{\psi^2(23)}{\psi^2(12)}+\gamma_1\right\}+\frac{1}{2+\theta_2}\left\{\frac{\psi^2(13)}{\psi^2(12)}+\gamma_2\right\}- \\ &\quad -\sqrt{\frac{\psi^2(23)}{\psi^2(12)}+\gamma_1}\sqrt{\frac{\psi^2(13)}{\psi^2(12)}+\gamma_2}\,\Gamma\,\widehat{(231)} \\ &\qquad =\frac{S^2(23)}{(2+\theta_1)\,(2+\theta_2)}\left\{\frac{\psi^2(13)}{\psi^2(12)}+\gamma_2\right\} \end{aligned}\right.$$

Quand λ tend vers λ_1 le second membre tend vers zéro et le premier a une limite finie ; l'équation devient donc

$$\psi^2(12)=\psi^2(23)+\psi^2(13)-2\psi(23)\psi(13)\Gamma\,\widehat{(231)} \qquad (20)$$

par permutation d'indices, on a deux formules semblables, et le groupe (20) ainsi obtenu donne les relations fondamentales du triangle 1 2 3 dans l'espace particulier qui nous occupe. Réciproquement, de (20) on remonte à (19) et ces systèmes sont équivalents.

V. — Trièdre de plans

Soient les trois plans $P_1 P_2 P_3$ tels que deux d'entre eux quelconques formant une variété à $n-2$ dimensions, le troisième ne la renferme pas ; j'appelle *trièdre* leur groupe. Leurs systèmes points centraux (1) (2) (3) n'appartiennent pas à une même droite et constituent un triangle renfermé dans une variété à deux dimensions, centrale de celle à $n-3$ dimensions qui est formée de toutes les solutions communes à P_1 P_2 et P_3. D'ailleurs la droite (1) (2) est aussi centrale de la variété $V_n^{n-2}(P_1 P_2)$; donc je désigne par π_{12} π_{13} les plans perpendiculaires à la variété à deux dimensions (1 2 3) et renfermant respectivement les droites (12) (13) ; les centres respectifs [3] [2] de ces plans appartiennent à $(P_1 P_2)$ et $(P_1 P_3)$. Je conviendrai de dire que les invariants C ([2] [3]), S ([2] [3]) relatifs à ces points, et égaux d'après les définitions (12) à $\Gamma(\pi_{13}\pi_{12})$, $\Sigma(\pi_{13}\pi_{12})$, sont aussi les invariants correspondants des variétés $P_1 P_3$, $P_1 P_2$ et je poserai

$$C([2][3]) = \Gamma(\pi_{13}\pi_{12}) = C(P_1 P_3, P_1 P_2) = C(P^{\sqcap}_{213})$$

$$S([2][3]) = \Sigma(\pi_{13}\pi_{12}) = S(P_1 P_3, P_1 P_2) = S(P^{\sqcap}_{213})$$

formules (18) transcrites donnent

$$\left.\begin{aligned} &(P_2 P_3) = \Gamma(P_1 P_2)\,\Gamma(P_1 P_3) + \Sigma(P_1 P_2)\,\Sigma(P_1 P_3)\,C(P^{\sqcap}_{213}) \\ &\text{deux équations analogues par permutation d'indice.} \end{aligned}\right\} \qquad (21)$$

Il est aisé d'en déduire

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{S(P^{\sqcap}_{213})}{\Sigma(P_2P_3)} = \dfrac{S(P^{\sqcap}_{123})}{\Sigma(P_1P_3)} = \dfrac{S(P^{\sqcap}_{132})}{\Sigma(P_1P_2)} \\ \text{et} \\ C(P^{\sqcap}_{213}) = C(P^{\sqcap}_{123})\, C(P^{\sqcap}_{132}) + S(P^{\sqcap}_{123})\, S(P^{\sqcap}_{132}\ \Gamma(P_2P_3) \\ \&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} (22)$$

Deux remarques sont ici essentielles. Quand la variété $P_1 P_2 P_3$ est

$$\begin{array}{ll} P_1 & a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 = 0 \\ P_2 & b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 = 0 \\ P_3 & c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 = 0 \end{array}$$

la variété (1) (2) (3) est principale, et correspond à

$$\frac{\overset{1}{x_1}}{A_1 a_1} = \frac{\overset{1}{x_2}}{A_2 a_2} = \frac{\overset{1}{x_3}}{A_3 a_3} = K_1\ ,\quad \frac{\overset{2}{x_1}}{A_1 b_1} = \frac{\overset{2}{x_2}}{A_2 b_2} = \frac{\overset{3}{x_2}}{A_3 b_3} = K_2\ ,$$

$$\frac{\overset{3}{x_1}}{A_1 c_1} = \frac{\overset{3}{x_2}}{A_2 c_2} = \frac{\overset{3}{x_3}}{A_3 c_3} = K_3$$

donc, à cause de $(A_1)^2 = (A_2)^2 = (A_3)^2$, on a

$$\Gamma(\pi_{12}\,\pi_{13}) = \frac{A_1(a_2b_3 - a_3b_2)(a_2c_3 - a_3c_2) + \ldots\ldots}{\sqrt{A_1(a_2b_3 - a_3b_2)^2 + \ldots\ldots}\ \sqrt{A_1(a_2c_3 - a_3c_2)^2 + \ldots\ldots}}$$

mais cet invariant est aussi celui des plans

$$Q_3\quad (a_2b_3 - a_3b_2)\,x_1 + (a_3b_1 - a_1b_3)\,x_2 + (a_1b_2 - a_2b_1)\,x_3 = 0$$

$$Q_2\quad (a_2c_3 - a_3c_2)\,x_1 + (a_3c_1 - a_1c_3)\,x_2 + (a_1c_2 - a_2c_1)\,x_3 = 0$$

qui renferment chacun toute la variété centrale de $P_1\ P_2\ P_3$ et les variétés respectives $P_1 P_2$, $P_1 P_3$. Ceci permet donc de définir autrement l'invariant de ces variétés par la notation

$$C(P^{\sqcap}_{213}\ (= \Gamma(\pi_{12}\,\pi_{13}) = \Gamma(Q_2\,Q_3)$$

La seconde remarque est relative à l'essence de l'espace E_n; s'il est conforme à $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$, tant que les fonctions S ne sont pas nulles, la démonstration subsiste; les calculs sont illusoires dans l'espace particulier limite qui répond à $\lambda = \lambda_1$, mais les identités (21) (22) n'en subsistent pas moins, car elles forment un cas particulier du problème général suivant.

Trièdre de variétés à p — 2 *dimensions.*

Soit une variété à p dimensions V_n^p ; j'y considère trois variétés distinctes à $p-2$ dimensions V_1 V_2 V_3 qui ne font pas ensemble partie d'une variété à $p-1$ dimensions et j'appelle *Trièdre* leur groupe, sous la réserve expresse que l'une d'elles renferme toutes les solutions communes aux deux autres. En imposant aux $\frac{n(n+1)}{2}$ arbitraires de la substitution (α) $(n-p)(p+1)+4(p-2)$ conditions, ce qui est toujours possible, car le second nombre est inférieur au premier, je pourrai amener les variétés aux formes débarrassées de $p-2$ variables $x_4 \ldots x_{p+1}$

$$V_1 \quad \frac{x_1}{a_1}=\frac{x_2}{a_2}=\frac{x_3}{a_3}, \quad x_{p+2}=x_{p+3}=\ldots=x_{n+1}=0$$

$$V_2 \quad \frac{x_1}{b_1}=\frac{x_2}{b_2}=\frac{x_3}{b_3}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots id \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$V_3 \quad \frac{x_1}{c_1}=\frac{x_2}{c_2}=\frac{x_3}{c_3}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots id \ldots\ldots\ldots\ldots$$

Soit la variété V_n^{n-p-1} centrale de V_n^p; les plans qui renferment toute cette variété et respectivement V_1 V_2 V_3 sont déterminés ; ce sont les équations respectives

$$P_1 \quad a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 = 0$$

$$P_2 \quad b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 = 0$$

$$P_3 \quad c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 = 0$$

j'appelle invariants des groupes $V_1 V_2$, $V_1 V_3$, $V_2 V_3$, ceux des groupes correspondants de ces plans deux à deux, et je pose

$$C(V_2 V_3) = \Gamma(P_2 P_3) =$$

$$\frac{A_1 b_1 c_1 + A_2 b_2 c_2 + A_3 b_3 c_3}{\sqrt{A_1 b_1^2 + A_2 b_2^2 + A_3 b_3^2}\ \sqrt{A_1 c_1^2 + A_2 c_2^2 + A_3 c_3^2}} \quad \&$$

en prenant toujours les radicaux positivement.

Ceci posé, la variété à $p-1$ dimensions qui renferme à la fois V_1 V_2 est déterminée par les solutions communes aux $n-p+1$ équations

$$\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix} = 0 \qquad x_{p+2}=x_{p+3}=\ldots\ldots=x_{n+1}=0$$

et le plan Q_3 de la première suffit à distinguer cette variété dans V_n^p ; le plan Q_2

$$\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix} = 0$$

joue le même rôle par rapport à la variété $V_1 V_3$; aussi nous considérerons l'invariant $\Gamma(Q_2 Q_3)$ comme représentant l'invariant des variétés à $p-1$ dimensions qui nous occupent, et nous écrirons

$$\Gamma(Q_2 Q_3) = \Gamma(V_1 V_2, V_1 V_3) = \Gamma(V_{\frac{\sqcap}{213}})$$

un calcul en tout semblable à celui qui a été fait au paragraphe IV pour le triangle nous donne les résultats généraux

$$\left.\begin{array}{l} C(V_2 V_3) = C(V_1 V_2) C(V_1 V_3) + S(V_1 V_2) S(V_1 V_3) \Gamma(V_{\frac{\sqcap}{213}}) \\ \& \ldots \\ \qquad \dfrac{S(V_2 V_3)}{\Sigma(V_{\frac{\sqcap}{213}})} = \dfrac{S(V_1 V_3)}{\Sigma(V_{\frac{\sqcap}{123}})} = \dfrac{S(V_1 V_2)}{\Sigma(V_{\frac{\sqcap}{132}})} \\ \Gamma(V_{\frac{\sqcap}{213}}) = \Gamma(V_{\frac{\sqcap}{123}}) \Gamma(V_{\frac{\sqcap}{132}}) + \Sigma(V_{\frac{\sqcap}{123}}) \Sigma(V_{\frac{\sqcap}{132}}) C(V_2 V_3) \\ \qquad \& \ldots \end{array}\right\} (23)$$

qu'on peut considérer comme constituant la trigonométrie générale de l'espace homogène E_n sous sa forme la plus complète.

M. P. BARBARIN

Professeur au Lycée de Bordeaux

PROPRIÉTÉS ANGULAIRES DES CERCLES FOCAUX DANS LES CONIQUES [L¹ 7 d]

— Séance du 8 août —

I. — Angle d'une circonférence et d'une droite

Soient

$$x - d = 0$$
$$x^2 + y^2 - \rho = 0$$

une droite D et une circonférence S ; d est positif, mais ρ peut être quelconque. Les points MM′ communs aux deux lignes sont représentés par le système

$$x = d$$
$$y = \pm\sqrt{\rho - d^2}$$

et la tangente en M à la circonférence a pour coefficient angulaire $\frac{-d}{\sqrt{\rho - d^2}}$.

1° ρ *positif et plus grand que* d^2. S M et M′ sont réels ; j'appelle angle de S avec D l'angle aigu V que forme MM′ avec la demi-tangente MT dirigée vers la région du plan ne contenant pas le centre ω ; V a même mesure que le plus petit des deux demi-arcs sous-tendus par MM′, et il s'exprime par la relation

$$\operatorname{tg} V = \frac{\sqrt{\rho - d^2}}{d} = \frac{e^{2iV} - 1}{i(e^{2iV} + 1)} \tag{1}$$

où le radical est essentiellement positif.

2° ρ *positif mais inférieur à* d^2. S est réel, M et M′ ne le sont plus. J'envisage l'équation

$$\frac{e^{2ix} - 1}{i(e^{2ix} + 1)} = \frac{\sqrt{\rho - d^2}}{d} \tag{2}$$

en y faisant $m = \frac{\sqrt{d^2 - \rho}}{d}$ quantité réelle et positive, elle a une infinité de racines de la forme

$$x = \frac{1}{2i} \mathrm{L} \frac{1+m}{1-m} + \mathrm{K}\pi.$$

Soit V celle qui correspond à K = 0

$$V = \frac{1}{2i} \mathrm{L} \frac{1+m}{1-m} \tag{3}$$

Je conviendrai de dire qu'elle *mesure l'angle de* S *avec* D.

3° ρ *négatif*. S n'est plus réel, mais je conviens d'appliquer encore la résolution de l'équation (2), et de définir la racine particulière V de la relation (3) sous le nom *d'angle de* S *et* D ; on peut remarquer que m est inférieur ou supérieur à 1 suivant que ρ est positif ou négatif ; donc en faisant

$$\mathrm{L} \frac{1+m}{1-m} = \mathrm{U}$$

V a la forme $\frac{U}{2i}$; et par suite U est $\lesseqgtr 0$ suivant que m est $\lesseqgtr 1$. En particulier, si $\rho = 0$, $m = 1$ et $U = \infty$; donc l'angle d'une droite avec un cercle point extérieur a la valeur conventionnelle $\frac{\infty}{i}$; je définis ainsi d'une façon générale les fonctions

$$\operatorname{tg} V = \frac{\sqrt{\rho - d^2}}{d}, \quad \sin V = \sqrt{\frac{\rho - d^2}{\rho}}, \quad \cos V = \sqrt{\frac{d^2}{\rho}}$$

qui satisfont à toutes les relations analytiques employées en trigonométrie.

II — Soient une conique E, un cercle focal ω, la corde de contact D, et le pôle commun P de cette corde. La distance de P à toute tangente à E est proportionnelle au sinus de l'angle de cette tangente avec le cercle focal.

Ce théorème est, en quelque façon, le corrélatif de celui-ci, bien connu :

La tangente menée d'un point de E *à* ω *est dans un rapport constant avec la distance de ce point à la directrice relative* D.

Cette corrélation est effectivement très apparente quand on considère la géométrie Euclidienne comme un cas limite ; il est aisé de démontrer que les géométries non Euclidiennes admettent l'existence de courbes du second ordre ou coniques, dans lesquelles on rencontre ces deux théorèmes :

La tangente menée d'un point de la conique E *au cercle focal* ω, *et la distance de ce point à la directrice relative* D, *ont leurs sinus (circulaires ou hyperboliques) dans un rapport constant.*

L'angle d'une tangente à la conique E *avec le cercle focal* ω, *et la distance de cette tangente au pôle de la directrice* D, *ont leurs sinus dans un rapport constant.*

Le second énoncé se déduit du premier par l'emploi des figures supplémentaires; quand on fait croître sans limite le paramètre du plan fondamental, on est ramené à la géométrie Euclidienne, et le théorème énoncé subsiste.

Rien n'est plus aisé d'ailleurs que de le vérifier par le calcul.

Soit d'abord la conique à centre E

$$\frac{x^2}{A} + \frac{y^2}{B} - 1 = 0$$

Le cercle ω bitangent suivant la directrice relative $x - \alpha = 0$ a pour équation

$$\frac{x^2}{A} + \frac{y^2}{B} - 1 + \frac{C}{AB}(x-\alpha)^2 \equiv \frac{x^2+y^2}{B} - \frac{2C\alpha x}{AB} + \frac{C\alpha^2}{AB} - 1 \equiv 0$$

Si on pose $A - B = C$; son centre a pour abscisse $\beta = \frac{C}{A}\alpha$; le carré de son rayon est

$$R^2 = \rho = \frac{B}{C}(C - \beta^2)$$

En prenant l'équation d'une tangente à E sous la forme

$$x \cos\varphi + y \sin\varphi = p = \sqrt{A\cos^2\varphi + B\sin^2\varphi}$$

appelant P Q la distance du pôle P ($x = \frac{A}{\alpha}$, $y = o$) à cette droite, et V l'angle qu'elle forme avec ω, défini par (4), on trouve

$$\pm PQ = \frac{C}{\beta}\cos\varphi - p$$

$$\sin^2 V = \frac{\rho - (\beta\cos\varphi - p)^2}{\rho}$$

donc la recherche d'un rapport λ tel que, pour toutes valeurs de φ, on ait l'identité

$$\frac{PQ}{\sin V} = \lambda$$

conduit à l'équation :

$$(\lambda^2 + \rho)p^2 - 2p\cos\varphi\left(\lambda^2\beta + \frac{C\rho}{\beta}\right) + \left(\lambda^2\beta^2 + \frac{C^2\rho}{\beta^2}\right)\cos^2\varphi - \lambda^2\rho = 0$$

quand on y fait

$$\lambda^2 = -\frac{C\rho}{\beta^2}$$

lle devient facilement

$$\frac{C\rho^2}{B\beta^2}\left[A\cos^2\varphi + B\sin^2\varphi - p^2\right] = 0$$

proposition est donc démontrée. On peut maintenant distinguer uivant la nature de E et la position de ω.

Ellipse

$A > B > 0$, $C > 0$. Ox est l'axe focal; R est réel quand β est en valeur absolue inférieur à $\sqrt{C}$ ou que ω est entre les foyersF F'; d'ailleurs tout cercle réel est intérieur à la courbe, et par suite V est imaginaire. λ et sin V sont ensemble imaginaires quand le cercle focal est réel, et réels quand il est imaginaire.

$0 < A < B$, $C > 0$. Ox est l'axe non focal; R est réel quelque soit β, et croît de $\sqrt{B}$ à $+\infty$ quand β croît de zéro à $+\infty$; toute tangente à l'ellipse coupe le cercle ω, R est plus grand que d, λ et sin V sont ensemble réels.

Hyperbole

$A > 0 > B$, $C > 0$. Ox est l'axe focal; tout cercle ω est imaginaire quand son centre est entre les foyers F-F', et réel dans le cas contraire; V est constamment imaginaire; λ et sin V sont ensemble réels ou imaginaires suivant que ω est imaginaire ou réel.

$A < 0 < B$, $C < 0$. Ox est l'axe non focal; R est réel quelque soit β et toute tangente à E coupe réellement ω; V λ et sin V sont réels.

Théorème : *Soit* MM' *le segment d'une tangente à* E *compris à l'intérieur du cercle* ω, *et* PQ *la distance de cette tangente au pôle relatif; on a*

$$\frac{PQ}{MM'} = C^e$$

en effet $MM' = 2R \sin V$; donc

$$\frac{PQ}{MM'} = \frac{\lambda}{2R} = \frac{\sqrt{-C}}{2\beta} = \frac{OF}{2O\omega}$$

Théorème : *Soit* D *la projection de* ω *sur la tangente à* E, *et* DT *la tangente issue de* D *à* ω; *on a*

$$\frac{PQ}{DT} = C^e$$

Ce théorème se rapporte au cas où le cercle focal étant réel, λ est imaginaire; on a alors

$$\sin V = \frac{i\,DT}{R}$$

donc

$$\frac{PQ}{DT} = \frac{\lambda i}{R} = \frac{\sqrt{C}}{\beta} = \frac{OF}{O\omega}$$

il peut être intéressant de rechercher dans quel cas on aurait $PQ = DT$; ceci se présente quand $\frac{\sqrt{C}}{\beta}$ égale 1 ou a 1 pour limite ; le rapport égale 1 lorsque $O\omega = OF$; le cercle focal a un rayon nul ; P se confond avec F ; donc Q est en D et T en F, par suite on a bien identiquement $PQ = DT$; pour que le rapport ait 1 pour limite, il faut évidemment que O s'éloigne indéfiniment, ω et F demeurant à distance finie ; E devient une parabole, et en effet, en désignant son paramètre par p, on a $\sqrt{A} - \sqrt{C} = \frac{p}{2}$: l'abscisse de ω par rapport au sommet S vaut $\sqrt{A} - \beta = \gamma$; donc

$$\frac{PQ}{DT} = \frac{\sqrt{C}}{\beta} = \frac{\sqrt{A} - \frac{p}{2}}{\sqrt{A} - \gamma}$$

a bien pour limite 1.

Réciproquement, une droite mobile telle que sa portion comprise dans un cercle donné est proportionnelle à sa distance à un point donné, enveloppe une conique bitangente au cercle selon la polaire du point. — Ou encore : Soient un cercle ω et un point P ; on projette ω et P en D et Q sur une droite quelconque du plan, puis on tire DT tangente au cercle ; si $\frac{PQ}{DT} = C^e$ la droite enveloppe une conique bitangente au cercle, qui est une parabole lorsque $C^e = 1$.

III. — Soient une conique E, deux cercles focaux de même série ω ω ; toute tangente à E coupe ω et ω suivant des angles de somme algébrique constante.

La corrélation signalée plus haut, en faisant intervenir les géométries non Euclidiennes, permet de considérer ce théorème comme suivant suite à celui des puissances focales. Pour le démontrer directement, j'appelle $\beta\beta'$ les abscisses des centres $\omega\omega'$, R et R' les rayons réels ou imaginaires, VV' les angles d'une tangente à la conique avec les cercles, dd' ses distances à ω et ω'.

L'équation $V \pm V' = C^e$

revient à

$$(dd' - KRR')^2 - (R^2 - d^2)(R'^2 - d'^2) = 0 \qquad (5)$$

Envisageons d'abord la conique à centre unique

$$\frac{x^2}{A} + \frac{y^2}{B} - 1 = 0$$

et une de ses tangentes

$$x \cos \varphi + y \sin \varphi = p = \sqrt{A \cos^2 \varphi + B \sin^2 \varphi}$$

les valeurs de dd' RR' en fonction de φ substituées dans (5) donnent une équation du second degré en p où le coefficient du premier degré est

$$(\beta + \beta')\left[KRR' - \frac{B}{C}(C - \beta\beta')\right]$$

1° Si $\beta + \beta' \gtrless 0$, il est nul pour $K = \frac{B(C - \beta\beta')}{CRR'}$

et en tenant compte de cette valeur, l'équation en p devient

$$\frac{B}{C}(\beta - \beta')^2\left[A \cos^2 \varphi + B \sin^2 \varphi - p^2\right] = 0$$

c'est-à-dire une identité ; ceci démontre le théorème, et prouve que

$$V \pm V' = \text{arc cos}\left[\frac{B(C - \beta\beta')}{CRR'}\right] \qquad (6)$$

2° Si $\beta + \beta' = 0$ les cercles focaux ω ω' sont égaux et distincts, symétriques par rapport au centre de E, et le coefficient de p est nul indépendamment de K. Mais l'équation a alors la forme

$$2(1 - K) R^2 p^2 + 2\beta^2 (1 + K) R^2 \cos^2 \varphi + (K^2 - 1) R^4 = 0$$

et quand on y fait

$$K = \frac{C + \beta^2}{C - \beta^2}$$

elle est encore identique à

$$A \cos^2 \varphi + B \sin^2 \varphi - p^2 = 0$$

on remarquera que la valeur générale trouvée plus haut pour K se réduit précisément à celle qui vient d'être écrite quand on y fait $\beta' = -\beta$, et $R' = R$; donc l'expression générale du théorème est donnée dans l'équation (6).

On sait que E admet deux séries de cercles focaux véritables ; suivant que les contacts de ω et ω' avec E sont ensemble ou séparément réels ou imaginaires, et suivant la position du point de contact de la tangente, on a différentes combinaisons de signes pour V et V', sur le détail desquelles nous croyons inutile d'insister. Mais les coniques non Euclidiennes admettent trois séries de cercles focaux, et la troi-

sième n'est autre chose que le système des hypercycles concentriques qui sont tangents à ces coniques aux deux extrémités d'un même diamètre ; à la limite cette série se réduit en géométrie Euclidienne aux couples de tangentes parallèles, et le théorème subsiste évidemment.

Si maintenant E est une parabole, la série unique de cercles focaux qui subsiste donne toujours $V \pm V' = C^e$

Réciproquement, toute droite coupant deux cercles donnés sous des angles de somme algébrique constante enveloppe une conique bitangente à ces cercles suivant des cordes de contact parallèles entre elles, d'ailleurs perpendiculaires à la ligne des centres.

Voici une application curieuse de ce théorème : *ω et ω' sont deux cercles donnés, P un point donné ; mener par P une sécante coupant les cercles en A et A' de sorte que ω A et ω' A' se coupant en B, l'angle B soit égal à un angle donné.*

$$\widehat{ABA'} = 2\,dr - \left(\widehat{A'AB} + \widehat{AA'B}\right)$$

donc la somme des angles sous lesquels AA' coupe les cercles est constante, et le problème est ramené à tracer une tangente de P à une conique.

Remarquons pour finir que dans l'équation (6) $V \pm V' = 1$ droit si $C = \beta\beta'$. *Donc quand les centres de deux cercles focaux sont conjugués par rapport aux foyers réels ou imaginaires de E, toute tangente coupe les cercles suivant deux angles complémentaires.*

M. Charles BERDELLÉ

Ancien Garde général des forêts à Rioz (Haute-Saône)

CURIOSITÉS DU CALCUL

— Séance du 10 août —

I. — Division par 9

Dans les opérations de calcul pour arriver au résultat final on ule un grand nombre de résultats partiels qu'on ne porte pas sur

le papier; les écrire serait souvent utile, ne serait-ce que pour retrouver plus facilement des erreurs commises, mais souvent aussi pour donner au calcul une utilité plus grande.

C'est de cette façon que la vérification de la divisibilité d'un nombre par **9** devient, si l'on inscrit tous les résultats partiels, une vraie division par **9**. En effet on peut diviser un nombre par **9** en le multipliant par $\frac{1}{9}$.

Faites l'opération de cette façon, vous êtes bientôt amené à la simplifier en écrivant le premier chiffre sous le second, leur somme sous le troisième, ainsi de suite, puis à faire la somme de ces sommes partielles. Puis on est amené à un nouveau degré de simplification qui consiste : 1° quand on obtient une somme égale à 9 à mettre un 1 sous le dernier chiffre qui a contribué à former cette somme, et un 0 sous le chiffre suivant pour continuer l'addition ; 2° quand on obtient une somme supérieure à 9, à mettre un 1 sous le dernier chiffre qui a contribué à la former; et la somme des chiffres de cette somme partielle, sous le chiffre suivant du nombre à diviser. Voici les trois manières d'opérer appliquées sur le même nombre 2 3 4 5 6 1 4.

```
I. 2 3 4 5 6 1 4
  ----------------
    2 2 2 2 2 2 , 2 2 ..
      3 3 3 3 3 , 3 3 ..
        4 4 4 4 , 4 4 ..
          5 5 5 , 5 5 ...
            6 6 , 6 6 ...
              1 , 1 1 ...
                  4 4 ...
  ----------------
    2 6 0 6 2 3 , 7 7 ...
```

```
II. 2 3 4 5 6 1 4 .
  ----------------
    2 5 9
        1 4
          2 0
            2 1
              2 , 5
                  2 5 ..
                    2 5
  ----------------
    2 6 0 6 2 3 , 7 7 ...
```

```
III. 2 3 4 5 6 1 4
  ----------------
    2 5 0 5 2 3 , 7 7 ...
      1   1
  ----------------
    2 6 0 6 2 3 , 7 7 ...
```

Dans chaque système de numération on peut faire ainsi la division par le nombre **10 — 1**.

II. — Tarifs de passage réciproques du système de numération décimal en d'autres systèmes de numération

Calculer les puissances à exposants positifs et négatifs de n, c'est calculer les têtes de tarifs pour la transformation des nombres exprimés en numération à base n en nombres décimaux tant entiers que fractionnaires.

Mais si on prend la précaution d'inscrire d'une certaine façon les retenues des multiplications partielles et les restes des divisions partielles on obtiendra en surcroît les têtes de tarifs de transformation des nombres décimaux fractionnaires ou entiers en nombre de la numération à base n.

Cela est basé sur les observations suivantes :

I. On sait que pour transformer un entier décimal en nombre de la numération duodécimale par exemple il suffit de diviser par 12 la partie entière de ce nombre et chaque nouveau quotient trouvé, en écrivant le reste à côté de chacun des diviseurs successifs. Ces restes, en commençant par le bas, donnent les chiffres successifs du nombre cherché.

Transformons ainsi le nombre 365 par exemple ; mais en inscrivant les restes non seulement des diviseurs successifs, mais encore des divisions partielles, et l'on voit qu'ainsi nous apprenons non seulement que

$3_3\ 6_0\ 5_5$
$3_3\ 0_6$
2_2

365 décimal = **265** duodécimal

mais encore que

36 décimal = **30** duodécimal
30 décimal = **26** duodécimal

II. Pour traduire une fraction décimale en fraction octavale par exemple, on multiplie par 8 cette fraction et la partie fractionnaire de chaque nouveau produit trouvé. La suite des parties entières donne la suite des chiffres de la fraction octavale demandée.

Réduisons la fraction décimale 0,365 en fraction octavale à $\left(\frac{1}{8}\right)^5$ pris, en inscrivant les retenues.

nous apprendrons ainsi que

3 6 5			
9 $_5$ **2** $_4$ **0**	**0,365** déc.	=	**0,27270**.....oct.
3 $_1$ **6**	**0,65** —	=	**0,51463**..... —
8 $_4$ **8**	**0,5** —	=	**0,4** ..... —
0 $_6$ **4**	**0,92** —	=	**0,7270** ..... —
3 $_3$ **2**			
.....			

ainsi de suite.

III. Calculons les puissances de 3 de cette façon-là, mais en disposant les chiffres de chacune d'elles en colonnes verticales. Nous obtiendrons en lignes horizontales les puissances de dix écrites en numération ternaire. Nous les disposerons en tranches de 2 chiffres à partir de la virgule pour les transformer en nombres nonaux au moyen de ce tarif.

tranches ternaires	00	01	02	10	11	12	20	21	22
chiffres nonaux	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Fractions nonales													0 0
													15
0,000 005				cent-millième		0.	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0		1 2
												15	73
0,000 058				dix-millième		0,	0 0	0 0	0 0	0 0	1 2		2 2
										26	99		71
0,000 650				millième		0,	0 0	0 0	0 0	2 0	1 2		0 0
									27	15	60		14
0,007 254				centième		0,	0 0	0 0	2 1	0 2	1 2		1 1
								28	42	86	84		44
0,080 808				dixième		0,	0 0	2 2	0 0	2 2	0 0		2 2
0	00	00	00	00	00	01	39	71	39	71	39		71
						1	UN			1			
0	00	00	00	00	01	3							
					1	0 1	dix			1 1			
0	00	00	00	01	31	3							
				1	0 2	0 1	cent			1 2 1			
0	00	00	01	42	71	3							
			1	1 0	1 0	0 1	mille			1 3 3 1			
0	00	01	43	13	01	3							
		1	1 1	2 0	1 1	0 1	dix mille			1 4 6 4 1			
0	01	55	57	14	31	3							
	1	2 0	0 2	0 1	1 2	0 1	cent mille			1 6 2 1 5 1			
1	56	02	71	55	71	3							
1	2 1	2 2	1 0	2 0	2 0	0 1	million			1 7 8 3 6 6 1			

nombres nonaux

Remarquez que les puissances entières de dix peuvent être calculées en système nonal d'une façon qui rappelle le calcul du triangle de Pascal, et cela parce que

10 décimal = **11** nonal.

Comme vérification de calcul remarquez que dans le tableau précédent chaque petit chiffre doit être égal à la somme des deux qui

Systèmes de numération à base :						
10	2		4	8	16	10
0		0 : 00	00	0	0	0
1		0 : 01	01	1	1	1
2		0 : 10	02	2	2	2
3		0 : 11	03	3	3	3
4		1 : 00	10	4	4	4
5		1 : 01	11	5	5	5
6		1 : 10	12	6	6	6
7		1 : 11	13	7	7	7
8	1	0 : 0 0	20	10	8	8
9	1	0 : 0 1	21	11	9	9
10	1	0 : 1 0	22	12	*d*	10
11	1	0 : 1 1	23	13	ε	11
12	1	1 : 0 0	30	14	δ	12
13	1	1 : 0 1	31	15	*t*	13
14	1	1 : 1 0	32	16	τ	14
15	1	1 : 1 1	33	17	π	15

le surmontent, diminuée du plus grand multiple de 3 qui y est contenu.

Il y aurait des vérifications analogues pour d'autres systèmes de numération.

IV. Le petit tableau ci-contre peut servir à transformer, après avoir établi des tranches de chiffres à partir de la virgule ; des tranches de 3 chiffres binaires en chiffres octavaux et réciproquement ; des tranches de 2 chiffres binaires en chiffres tétradiques ; des tranches de 2 chiffres tétradiques en chiffres sexdécimaux.

Etablissons maintenant les tarifs de transformation des unités décimales en nombres binaires et déduisons-en leurs synonymes tétradiques, octavaux et sexdécimaux :

VALEURS octavales	VALEURS tétradiques	VALEURS sexdéc^les		VALEURS BINAIRES					
								124	8
0,0001	0,00 00 10	0. 004	millième	0	000	000	000	100	
							125	000	1
0,0050	0,00 02 20	0. 028	centième	0	000	000	101	000	
						136	251	249	9
0,0631	0,01 21 21	0. 199	dixième	0	000	110	001	001	
000	000	000	000	100	248	624	862	486	2

VALEURS BINAIRES					UN	VALEURS octavales	VALEURS tétradiques	VALEURS sexdéc^les
000	000	000	001	25				
			1	010	dix	12	22	*d*
000	000	001	362	5				
		1	100	100	cent	144	1210	64
000	001	375	125					
	1	111	101	000	mille	1750	33220	3τ8
012	499	986	25					
10	011	100	010	000	dix mille	23420	2130100	2710
124	875	012	5					
100	011	010	100	000	centmille	43240	10122200	46*d*0

On voit que si l'on avait le tableau des puissances de 2, l'on n'aurait plus, pour faire le tableau ci-dessus et calculer les valeurs binaires des unités décimales qu'à marquer les chiffres pairs d'un 0 et les impairs d'un un. Pour les transformer en valeurs quinaires, il faudrait, *mutatis mutandis*,

inscrire un petit	0	sous les chiffres	0	et 5
—	1	—	1	6
—	2	—	2	7
—	3	—	3	8
—	4	—	4	9

M. A. LOIR

Doyen honoraire de la Faculté des sciences de Lyon

MÉTHODE POUR OBTENIR TOUS LES FACTEURS PREMIERS INFÉRIEURS A 100 D'UN NOMBRE QUELCONQUE [I q 6]

— Séance du 10 août —

Les procédés de la division ordinaire d'un nombre, par la suite des nombre 1ers pour avoir ses facteurs 1ers, deviennent pénibles, même s'il s'agit des facteurs 1ers inférieurs à 100, quand le nombre proposé, compte un nombre de chiffres un peu fort; on hésite souvent à les continuer.

Je propose, pour obtenir les facteurs 1ers, inférieurs à 100, d'un nombre quelconque une méthode d'une application facile, abrégeant les longs calculs.

Cette méthode est une extension du moyen présenté à l'Institut, séance du 8 octobre 1888, pour reconnaître si un nombre donné est divisible par un nombre 1er quelconque, à l'aide de ses multiples terminé par l'unité.

Les nombres 1ers, inférieurs à 100, peuvent être réunis, convenable-

ment, au nombre de 2 ou 3, pour que leurs produits soient terminés par *01*. Je désigne ces produits sous le nom de groupes définis terminés par *01*.

Pour diviser un nombre donné par un de ces groupes; on soulignera les deux derniers chiffres de droite du nombre, on les multipliera par le nombre qui procède *01* dans le groupe employé.

On retranche ce produit du reste du nombre, on opérera de même sur cette différence, c'est-à-dire, que l'on soulignera ses deux derniers chiffres de droite, on les multipliera par le nombre qui précède *01* dans le groupe employé, on retranchera ce produit du reste de cette différence; on continuera ces opérations sur les différences successives jusqu'à l'épuisement du nombre.

La dernière différence que l'on obtiendrait, pourrait être: 1° nulle; 2° positive ou négative être un multiple d'un des nombres 1ers du groupe; 3° être quelconque.

1° Si la dernière différence est nulle, les nombres 1ers formant le groupe défini employé seraient facteurs du nombre proposé, son quotient par le groupe s'obtiendra en posant, les unes à côté des autres, les tranches soulignées, en commençant par celle de gauche. On opérerait sur ce quotient, avec le même groupe pour savoir si ces nombres 1ers sont une seconde fois facteurs.

2° Si la dernière différence est un multiple d'un des nombres 1ers du groupe, ce nombre 1er sera facteur du nombre proposé, on obtiendra son quotient par ce facteur, en posant les unes à côté des autres les tranches soulignées en partant de la 1re de gauche. On multipliera le nombre ainsi formé par les autres nombres 1ers du groupe, et à ce produit on ajoutera ou l'on retranchera, suivant le signe de la dernière différence, le multiple trouvé suivi d'autant de zéros qu'il y a de chiffres dans ces tranches. Sur ce quotient on opérera avec le même groupe, défini pour savoir si le nombre 1er trouvé est une seconde fois facteur du nombre proposé.

3° Si la dernière différence est un nombre quelconque, les nombres 1ers formant le groupe défini ne seront pas facteurs du nombre proposé.

Quand le produit des nombres 1ers inférieurs à 100 sont terminés r *001*, comme 7.11.13 = 1001; 3.23.29 = 2001; 3.33.67.89 = 1001, on pourrait diviser un nombre par un de ces groupes à l'aide ne méthode analogue, en soulignant les trois derniers chiffres du mbre, en les multipliant par le nombre qui précède *001* dans le oupe, puis retranchant ce produit du reste du nombre, et ainsi de ite jusqu'à son épuisement...

Pratique des opérations à effectuer sur un nombre quelconque pour obtenir ses facteurs 1ers inférieurs à 100 à l'aide des groupes définis terminés par 01.

J'ai choisi parmi les moins forts des groupes définis, obtenus avec le produit des nombres 1ers inférieurs à 100; les douze groupes que je donne dans le tableau ci-joint ; on les appliquera successivement, dans leur ordre, sur un nombre quelconque et sur les quotients successifs que l'on obtiendra ;

201	3.57	**1501**	19.79	**2501**	41.61
301	7.43	**2001**	3.23.29	**2701**	37.73
801	9.89	**2201**	31.71	**3201**	3.11.97
901	17.53	**2301**	3.13.50	**3901**	47.83

Ces douze groupes définis, rangés par ordre de grandeur, renferment, une seule fois seulement, les nombres 1ers de 7 à 97. Les nombres 1ers 3.7.11.13 font partie de divers groupes, on les rencontrera dans diverses opérations.

Après avoir employé successivement ces douze groupes définis, on retrouverait dans le dernier quotient les nombres 3.7.11.13 que le nombre proposé pourra encore contenir, ainsi que les nombres 1ers, 2 ou 5.

Par les procédés de la division ordinaire d'un nombre, par la suite des groupes définis de notre tableau, on obtiendrait ses facteurs 1ers inférieurs à 100. La durée de ces opérations serait moins grande que celle par le procédé que l'on suit ordinairement, mais plus grande que celle par notre procédé.

Mais comme la division d'un nombre par un de nos groupes définis est facile d'après leur constitution, on pourra avec avantage employer en même temps les deux moyens que nous venons d'indiquer pour obtenir avec nos douze groupes les facteurs 1ers inférieurs à 100 d'un nombre quelconque.

M. Juan J. DURAN-LORIGA

Commandant d'artillerie, à la Corogne

SUR DES CERCLES REMARQUABLES DU TRIANGLE [K 2 d]

— Séance du 10 août —

Introduction

Le présent travail que nous avons l'honneur de présenter au Congrès de Nantes, et dont nous avons donné un petit résumé dans le numéro de mai de Mathesis, est en partie une continuation de notre mémoire de Saint-Etienne. La considération des *Cercles associés* nous a permis de mettre en lumière le rôle important du centre de gravité dans sa relation avec les différents cercles remarquables du triangle. D'autre part, l'assimilation des points à des cercles de rayon nul permet d'obtenir des cercles et des droites nouvelles et dont la combinaison fera, nous l'espérons, ressortir le lien qui réunit des propriétés jusqu'alors isolées en apparence.

Le temps nous fait défaut pour faire connaître diverses autres propriétés que nous publierons dans un prochain travail.

Notations

α, β, γ	coordonnées barycentriques
$\rho_a\ \rho_b\ \rho_c$	» tripolaires
(C)	cercle de centre C
p_a	puissance de A par rapport à un cercle

$$\sigma = \alpha + \beta + \gamma \qquad a + b + c = 2_p$$

Pour les points et cercles remarquables, les notations usuelles.

Abréviations

$$a^2 + b^2 + c^2 = m^2, \quad a^2 b^2 + b^2 c^2 + a^2 c^2 = n^4, \quad a^4 + b^4 + c^4 = q^4$$

Sur des cercles associés et semi-associés

1. Soient α, β, γ les coordonnées barycentriques d'un point par rapport au triangle de référence A B C. Si p_a, p_b, p_c désignent les puissances des points A, B, C par rapport à un cercle ε, l'équation de ε dans la forme donnée par M. de Longchamps est

$$\sigma(p_a\alpha + p_b\beta + p_c\gamma) - \varepsilon a^2\beta\gamma) = 0 \qquad (1)$$

Considérons les cercles ε' et ε'' dont les puissances par rapport aux sommets A, B, C sont respectivement p_b, p_c, p_a et p_c, p_a, p_b ; ils ont pour équations

$$\sigma(p_b\alpha + p_c\beta + p_a\gamma) - \varepsilon a^2\beta\gamma = 0 \qquad (2)$$

$$\sigma(p_c\alpha + p_a\beta + p_b\gamma) - \varepsilon a^2\beta\gamma = 0 \qquad (3)$$

Nous dirons que ε' est le *premier associé* et ε'' le *second associé* de ε. Les axès radicaux du cercle circonscrit au triangle A B C combinés successivement avec ε, ε', ε'' sont les droites conjuguées isobariques

$$p_a\alpha + p_b\beta + p_c\gamma = 0, \quad p_b\alpha + p_c\beta + p_a\gamma = 0, \quad p_c\alpha + p_a\beta + p_b\gamma = 0$$

Les axes radicaux des cercles ε, ε', ε'' combinés deux à deux sont les trois droites conjuguées isobariques

$$(p_a - p_b)\alpha + (p_b - p_c)\beta + (p_c - p_a)\gamma = 0$$

$$(p_b - p\ )\alpha + (p_c - p_a)\beta + (p_a - p_b)\gamma = 0$$

$$(p_c - p_a)\alpha + (p_a - p_b)\beta + (p_b - p_c)\gamma = 0$$

On en conclut que le centre radical des cercles ε, ε', ε'' est le centre de gravité G de A B C. Si l'un de ces cercles passe par G les deux autres passent également par ce point.

Le point G a donc un rôle remarquable (que je crois n'a été encore mis en lumière) dans sa relation avec les différents cercles du triangle.

L'équation du cercle orthotomique de ε, ε', ε'' est

$$\sigma \,.\, \varepsilon\frac{b^2 + c^2 - (p_a + p_b + p^c)}{3}\alpha - \varepsilon a^2\beta\gamma = 0$$

et son rayon a pour expression

$$\delta = \frac{1}{3}\sqrt{3(p_a + p_b + p_c) - m^2}$$

Remarques : De l'expression de δ on déduit que la distance d'un point quelconque au centre de gravité est donnée pour l'égalité

$$\delta = \frac{1}{3}\sqrt{3(\rho_a^2 + \rho_b^2 + \rho_c^2) - m^2}$$

On déduit aussi que si on a pour divers cercles

$$p_a + p_b + p_c = \text{constante}$$

tous ces cercles et ses associés ont le même cercle orthotomique.

Pour la construction géométrique des cercles associés à un cercle ε on peut observer que son centre π_1 (nous considérons par exemple le premier associé), est le centre radical des cercles qu'ont A, B, C pour centres et $\sqrt{p_b} = \mathrm{B}\,t'$, $\sqrt{p_c} = \mathrm{C}\,t''$, $\sqrt{p_a} = \mathrm{A}\,t$ pour rayons ; B t', C t'', A t étant les tangentes tracées de B, C, A au cercle ε. D'autre part le cercle ε' est orthotomique aux cercles (A), (B), (C).

Observons que la construction est valable quoique les paramètres p_a, p_b, p_c soient négatives, les cercles (A), (B), (C) sont imaginaires mais on peut trouver son centre radical.

On fera une construction analogue pour le second associé et les cercles *semi-associés* (voyez les pages suivantes) et de même pour les associés et semi-associés à un point remarquable regardé comme cercle de rayon nul.

2. Examinons quelques cas particuliers :

1° Le cercle circonscrit à A B C (ou en général, tout cercle concentrique avec le circonscrit) coïncide avec ses associés.

2° Le cercle de Brocard et ses associés ont pour équations

$$\frac{\sigma}{m^2} \cdot \varepsilon b^2 c^2 \alpha - \varepsilon a^2 \beta\gamma = 0$$

$$\frac{\sigma}{m^2} \cdot \varepsilon a^2 c^2 \alpha - \varepsilon a^2 \beta\gamma = 0$$

$$\frac{\sigma}{m^2} \cdot \varepsilon a^2 b^2 \alpha - \varepsilon a^2 \beta\gamma = 0$$

Les axes radicaux des couples $(\varepsilon', \varepsilon'')$, $(\varepsilon, \varepsilon')$, $(\varepsilon, \varepsilon'')$ sont respectivement les droites joignant le centre de gravité G au réciproque du point de Lemoine, au point direct et au point rétrograde de Brocard.

Le cercle orthotomique a pour équation

$$\frac{\sigma}{3m^2} \cdot \varepsilon\left(b^2(b^2 + c^2) + c^4\right)\alpha - \varepsilon a^2 \beta\gamma = 0$$

et son rayon est

$$\delta = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{n^4 - q^4}{m^2}}$$

3° Le premier cercle de $M'\beta\alpha\gamma$ et ses associés ont pour équations

$$\frac{\sigma}{3}\left[(b^2+c^2-a^2)\,\alpha + a^2(\beta+\gamma)\right] - \varepsilon a^2 \beta\gamma = 0$$

$$\frac{\sigma}{3}\left[(b^2+c^2-a^2)\,\gamma + a^2(\alpha+\beta)\right] - \varepsilon a^2 \beta\gamma = 0$$

$$\frac{\sigma}{3}\left[(b^2+c^2-a^2)\,\beta + a^2(\alpha+\gamma)\right] - \varepsilon a^2 \beta\gamma = 0$$

Les axes radicaux de $(\varepsilon', \varepsilon'')$, $(\varepsilon, \varepsilon')$, $(\varepsilon, \varepsilon'')$ sont respectivement les médianes AG, BG, CG. Tout se passe d'une façon analogue pour les autres cercles de $M'\beta\alpha\gamma$.

Rayon du cercle orthotomique $\delta = 0$.

Nous avons par suite neuf cercles qui passent par G.

4° Cercles de Neuberg.

Les axes radicaux sont les médianes du triangle, le cercle orthotomique a pour équation

$$\frac{\sigma}{3} \cdot \varepsilon(b^2+c^2-2a^2)\,\alpha - \varepsilon a^2 \beta\gamma = 0$$

et son rayon

$$\delta = \frac{1}{3}\sqrt{\varsigma a^2 - (b^2+c^2)}$$

L'axe radical du cercle orthotomique et du cercle circonscrit passe par G, il est la transversale réciproque de l'axe d'homologie de ABC avec le second triangle de Brocard.

5° Cercle conjugué à ABC.

Les axes radicaux sont la polaire trilinéaire du point de Steiner et ses isobariques ; l'équation du cercle orthotomique est

$$\frac{\sigma}{6} \cdot \varepsilon(b^2+c^2-a^2)\,\alpha - \varepsilon a^2 \beta\gamma = 0$$

et son rayon

$$\delta = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{1}{2}m^2}$$

l'axe radical du cercle orthotomique avec le cercle circonscrit est la polaire trilinéaire de l'orthocentre.

6° Les associés du cercle des neuf points de ABC ont pour axe radical la droite KG ; le rayon du cercle orthotomique est

$$\delta = \frac{1}{2}\sqrt{-m^2}$$

7° Cercle de Longchamps.

Les axes radicaux sont les mêmes que nous avons trouvés pour le cercle conjugué. — Le rayon du cercle orthotomique est double de l'analogue du cercle conjugué. — Le cercle anti-radical du cercle orthotomique avec le cercle circonscrit passe par G. Le cercle de Longchamps, le cercle orthotomique et le cercle circonscrit font partie du faisceau qu'a pour axe radical la droite de Longchamps.

L'équation du cercle orthotomique est

$$\frac{\sigma}{3}(a^2\alpha + b^2\beta + c^2\gamma) + \varepsilon a^2\beta\gamma = 0$$

8° Cercles de Tucker.

On peut écrire l'équation des cercles de Tucker sous la forme (voyez notre Mémoire de Saint-Étienne).

$$\frac{\sigma}{m^2} \cdot \varepsilon b^2 c^2 (b^2 + c^2 + a^2 K)(1 - K)\alpha - \varepsilon a^2\beta\gamma = 0$$

Les axes radicaux des couples $(\varepsilon, \varepsilon')$, $(\varepsilon', \varepsilon'')$ $(\varepsilon, \varepsilon'')$ sont respectivement les droites joignant le centre de gravité au point direct, au point réciproque et au point rétrograde de Brocard.

Les premier et deuxième cercles de Lemoine et le cercle de Taylor sont des cas particuliers des cercles de Tucker, ils correspondent respectivement à $K = 0$, $K = -1$ « $K = 1 - \frac{m^2}{4R}$, donc etc., etc...

Remarque. — On peut observer que les cercles associés à des cercles passant par un même point ne passent en général par un même point, mais dans un cas particulier, on peut énoncer la proposition suivante :

Soient M et M′ un point et son premier (ou seconde) isobarique, situés sur une circonférence quelconque concentrique avec la circonférence circonscrite. On peut dire que si divers cercles passent par M les premiers (ou seconds) associés passent par M′.

Pour trouver des points remplissant les conditions du théorème, on peut recourir à la formule

$$\alpha = \frac{(c^2 - a^2)\beta\gamma}{(b^2 - a^2)\gamma + (c^2 - b^2)\beta}$$

dans laquelle on donne à β et γ valeurs arbitraires et on trouve la valeur de α. De cette manière nous obtenons par exemple les points :

$$\frac{\alpha}{1} = \frac{\beta}{1} = \frac{\gamma}{1} \qquad \text{(centre de gravité)}$$

$\alpha b^2 = \beta c^2 = \gamma a^2$ } Premier isobarique du centre d'homologie de ABC avec le premier triangle de Brocard.

$$\left.\begin{aligned} \frac{\alpha}{c-a} &= \frac{\beta}{b-a} = \frac{\gamma}{b+c} \\ \frac{\alpha}{a-c} &= \frac{\beta}{a+b} = \frac{\gamma}{b-c} \end{aligned}\right\}$$

Points dérivés des points algébriquement associés au centre du cercle inscrit, au moyen de transformations isobariques et complémentaires.

On trouve aussi les points

$$\frac{\alpha}{c^2-a^2} = \frac{\beta}{2(b^2-a^2)} = \frac{\gamma}{2(c^2-b^2)},$$

$$\frac{\alpha}{b^2c^2(a^2-c^2)} = \frac{\beta}{b^2(a^2c^2-b^4)} = \frac{\gamma}{c^2(b^4-a^2c^2)}$$

D'autre part les sommets A, B, C du triangle fondamental remplissent évidemment les conditions du théorème.

3. On peut considérer les cercles associés d'un point remarquable M regarde comme cercle de rayon nul (voyez notre Mémoire de Saint-Étienne). Si l'on désigne par α_1, β_1, γ_1 les coordonnées du centre, les équations du point M et des cercles associés sont

$$\sigma\left(\rho_a^2\alpha + \rho_b^2\beta + \rho_c^2\gamma\right) - \varepsilon a^2\beta\gamma = 0$$

dans lesquelles

$$\sigma\left(\rho_b^2\alpha + \rho_c^2\beta + \rho_a^2\gamma\right) - \varepsilon a^2\beta\gamma = 0$$

$$\sigma\left(\rho_c^2\alpha + \rho_a^2\beta + \rho_b^2\gamma\right) - \varepsilon a^2\beta\gamma = 0$$

$$\rho_a^2 = \frac{(\beta_1+\gamma_1)(c^2\beta_1+b^2\gamma_1) - a^2\beta_1\gamma_1}{\alpha_1+\beta_1+\gamma_1)^2} \ldots \quad \rho_b^2 = \ldots \quad \rho_c^2 = \ldots$$

Passons à quelques cas particuliers :

1° Centre de gravité.

L'équation de G considéré comme point-cercle est

$$\frac{\sigma}{9} \cdot \varepsilon(2b^2+2c^2-a^2)\alpha - \varepsilon a^2\beta\gamma = 0$$

les cercles associés ont pour axe radical la droite G K.

2° L'équation du point de Lemoine est

$$\frac{\sigma}{m^4} \cdot \varepsilon b^2 c^2 (2b^2 + 2c^2 - a^2)\alpha - \varepsilon a^2 \beta \gamma = 0$$

les cercles associés ont pour axe radical la droite joignant G au réciproque de K et les axes radicaux de ces cercles combinés avec le point K passent l'un par le point direct de Brocard, l'autre par le point rétrograde de Brocard.

3° Le point direct de Brocard a pour équation

$$\frac{\sigma}{n^4} \cdot \varepsilon b^4 c^2 \alpha - \varepsilon a^2 \beta \gamma = 0$$

Les cercles associés ont pour axe radical la droite

$$a^2 (c^4 - a^2 b^2)\alpha + b^2 (a^4 - b^2 c^2)\beta + c^2 (b^4 - a^2 c^2)\gamma = 0$$

on passe de cette droite à la droite de Brocard, en prenant: 1° la réciproque; 2° l'inverse; 3° une isobarique.

4° Le centre du cercle inscrit à A B C a pour équation

$$\frac{\sigma}{p} \varepsilon b c (p - a)\alpha - \varepsilon a^2 \beta \gamma = 0$$

L'axe radical de ses associés passe par le réciproque de I, celui de I combiné avec les cercles associés passe respectivement par le point direct et le point inverse de Jérabek.

5° Point réciproque de l'orthocentre.

Axes radicaux, la droite K H_0 G et ses deux isobariques.

4. Si, dans l'équation du cercle ε on intervertit deux des paramètres p_a, p_b, p_c on obtient trois nouveaux cercles ε_1, ε_2, ε_3 représentés par;

$$\sigma (p_a \alpha + p_c \beta + p_b \gamma) - \varepsilon a^2 \beta \gamma = 0$$

$$\sigma (p \ \alpha + p_b \beta + p_a \gamma) - \varepsilon a^2 \beta \gamma = 0$$

$$\sigma (p_b \alpha + p_a \beta + p_c \gamma) - \varepsilon a^2 \beta \gamma = 0$$

nous les appelons les *semi-associés* de ε.

Les propriétés suivantes se démontrent facilement.

Les trois cercles semi-associés ont pour centre radical le centre de ravité G; les axes radicaux d'un cercle ε par rapport à ses semi-ssociés sont les médianes de A B C; les axes radicaux des cercles emi-associés sont les droites semi-réciproques des axes radicaux 'un cercle par rapport à ses associés; un cercle quelconque, ses ssociés et ses semi-associés ont même cercle orthotomique.

Sur les cercles dérivés et semi-dérivés

5. Si dans l'équation d'un cercle ε

$$\sigma(p_a\alpha+p_b\beta+p_c\gamma)-\varepsilon a^2\beta\gamma=0$$

on change le signe des paramètres $p_a\, p_b\, p_c$, on obtient un nouveau cercle σ qui est le cercle anti-radical (sur les cercles anti-radicaux voyez *Journal de M. de Longchamps 1897)* de ε par rapport au cercle circonscrit; nous l'appelons le cercle *dérivé* de ε; ainsi, par exemple, le cercle dérivé de celui de Longchamps a pour centre l'orthocentre de ABC et son rayon est 2R, c'est-à-dire il est circonscrit au triangle anticomplémentaire du triangle fondamental. On peut de même considérer des cercles dérivés d'un point remarquable du triangle; ainsi le cercle dérivé du point de Lemoine a pour équation

$$\frac{\sigma}{m^4}\,.\,\varepsilon b^2c^2(3a^2-2m^2)\alpha-\varepsilon a^2\rho\gamma=0$$

Le cercle dérivé d'un point M est toujours réel, son rayon est donné par la formule

$$\delta=\sqrt{2(R^2+d^2)}\qquad\qquad (d=MO)$$

et son centre est le point symétrique de M par rapport à O

6. Si dans l'équation d'un cercle ε

$$\sigma(p_a\alpha+p_b\beta+p_c\gamma)-\varepsilon a^2\beta\gamma=0$$

on change le signe d'un des paramètres on obtient les cercles σ_1, σ_2, σ_3 représentés par

$$\sigma(-p_a\alpha+p_b\beta+p_c\gamma)-\varepsilon a^2\beta\gamma=0$$

$$\sigma(p_a\alpha-p_b\beta+p_c\gamma)-\varepsilon a^2\beta\gamma=0$$

$$\sigma(p_a\alpha+p_b\beta-p_c\gamma)-\varepsilon a^2\beta\gamma=0$$

et nous dirons que σ_1 est le *premier semi-dérivé*, σ_2 le second et σ_3 le troisième de ε

Les axes radicaux des couples (ε, σ_1), (ε, σ_2), (ε, σ_3) sont les côtés du triangle, et par suite les centres radicaux des triples $(\varepsilon, \sigma_1, \sigma_2)$, $(\varepsilon, \sigma_1, \sigma_3)$ etc., sont les sommets.

Les axes radicaux des couples (σ_1, σ_2), (σ_1, σ_3), (σ_2, σ_3) sont respectivement les transversales angulaires

$$p_a\alpha-p_b\beta=0\quad,\quad p_a\alpha-p_c\gamma=0\quad,\quad p_b\beta-p_c\gamma=0$$

et le centre radical a pour coordonnées

$$\frac{\alpha}{\frac{1}{p_a}} = \frac{\beta}{\frac{1}{p_b}} = \frac{\gamma}{\frac{1}{p_c}}$$

Ainsi, les cercles semi-dérivés du cercle de Longchamps ont pour centre radical le point réciproque du point de Lemoine.

Les semi-dérivés du cercle polaire conjugué ont pour centre radical l'orthocentre. Pour le cercle de Brocard on trouve le point de Lemoine etc., etc.,. De même pour les points remarquables. Ainsi par exemple le centre radical des cercles semi-dérivés du point rétrograde de Brocard est le factorien de ce point et le point de Lemoine, etc., etc.

Les cercles semi-dérivés d'un cercle quelconque concentrique avec le cercle circonscrit ont pour centre radical le centre de gravité du triangle.

7. La considération des cercles dérivés donne lieu à quelques exercices, nous citerons par exemple les suivantes :

1° Soit ε un cercle quelconque du triangle A B C; A t, B t', C t'' les tangentes tracées de A, B, C au cercle ε; α A, α B, α C les droites joignant le point α symétrique du centre de ε par rapport à O aux sommets du triangle de référence, enfin P Q, R S, T U, les perpendiculaires aux extrémités des droites α A, α B, α C.

Si nous prenons en sens contraire A P = A Q = A t, B R = B S = B t' C T = C U = C t'', les points P, Q, R, S, T, U sont concycliques.

On peut remplacer le cercle ε par un point remarquable quelconque et en déduire un théorème analogue.

2° En particulier, soit (I) la circonférence inscrite au triangle A, B, C, p, q, r les points de tangence avec B C, A C, A B, faisons la construction antérieure et prenons A P = A Q = A r, B R = B S = B p, C T = C U = C q, les points P, Q, R, S, T, U sont concycliques.

3° Soient P, Q, R, les milieux du côté B C, A C, A B du triangle, H l'orthocentre ; prenons sur ceux côtés en sens contraire P H_1 = P H_2 = P H, Q H_3 = Q H_4 = Q H, R H_5 = R H_6 = R H. Les points H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6, sont concycliques.

4° Soit P, Q, R le triangle polaire d'un point M, O_1 le centre du cercle circonscrit à P Q R, M_1 le point symétrique de M par rapport à O_1 ; prenons sur B C, A C, A B en sens contraire P P_1 = P Q_1 = P M_1, Q P_2 = Q Q_2 = Q M_1, R P_3 = R Q_1 = R M_1 ; les points P_1, Q_1, P_2, Q_2, P_3, Q_3 sont concycliques.

M. PELLERIN

Agrégé de l'Université, à Nantes

DE LA LOI DES ERREURS FORTUITES [J 2 b]

— *Séance du 11 août* —

La formule, connue, des erreurs fortuites

$$y = \mathrm{A}\, e^{-h^2 x^2}$$

où y représente ce que j'appellerai volontiers la densité d'erreur pour l'écart x : cette formule, j'en vois une raison d'être dans les considérations suivantes.

Soient des erreurs également probables dans tous les azimuts : comme le seraient, sur une cible, des écarts de balles, supposé qu'ils soient aussi faciles verticalement qu'horizontalement : alors, y est, nécessairement, la coordonnée, parallèle à l'axe, d'une surface de révolution : dans l'exemple, y sera, par unité de surface, le poids variable de plomb encastré.

Cette surface de révolution, son équation, en coordonnées rectangulaires, peut se mettre sous la forme

$$y = \varphi(x^2 + z^2)$$

En plus, dans l'espèce, à ce que je prétends, toutes sections, parallèles à l'axe, y seront semblables aux sections méridiennes.

Cela, je le déduis de l'indépendance, entre elles, des forces, et par rapport aux mouvements concomitants.

En effet, soient prises parallèlement à l'axe des x, horizontal, deux tranches horizontales, toujours, de l'une à l'autre, égales en épaisseur. l'une méridienne, l'autre faite à la distance $z = c$ de l'axe ; à leurs sommets, pour lesquels $x = 0$, les y sont respectivement

$$\varphi(o) \qquad \text{et} \qquad \varphi(c^2).$$

Mais, dans toutes deux, les causes d'écart horizontal agissant indé-

pendamment de l'écart vertical de l'une d'elles, la distribution des écarts doit suivre la même loi ; et les nombres d'écarts, par unité de surface, sont, de l'une à l'autre section, proportionnels aux y, $\varphi(o)$, $\varphi(c^2)$ des sommets.

D'où la condition

$$\frac{\varphi(x^2)}{\varphi(0)} = \frac{\varphi(x^2+c^2)}{\varphi(c^2)}$$

condition à laquelle satisfait la formule classique des erreurs : en effet

$$\frac{A e^{-h^2 x^2}}{A} = \frac{A e^{-h^2 (x^2+c^2)}}{A e^{-h^2 c_2}} = e^{-h^2 x^2}.$$

S'il est, en outre, possible de démontrer que, seule, la fonction exponentielle jouit de telle propriété, sa nécessité, comme formule des erreurs, en sera établie.

M. Edmond MAILLET

Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, Répétiteur à l'École polytechnique, à Paris

DES GROUPES PRIMITIFS DE CLASSE N-2 ET DE DEGRÉ N

— Séance du 11 août —

I

Comme suite à ce que nous avons établi dans notre Thèse de Doctorat au sujet de ces groupes, nous nous proposons d'indiquer ici les ropriétés suivantes :

Soit G un groupe transitif, de classe N — 2 et de degré N, H et K s sous-groupes des substitutions de G laissant respectivement 1 et lettres immobiles. On sait que $H = (p\,K+1)\,K$, avec $N-1 = K+1)\,(q\,K+1)$. Ceci posé :

I. — Soit $N = \rho f$ (f 1er impair > 5 et 1er à ρ) ; si $f-1$ n'a avec G que

le *p. g. c. d.* 2, G ne peut exister que s'il est 2 fois transitif et si H est primitif avec $K \geqq f-2$, à moins que l'on ait $\rho > f-3$.

Si $N=3f$, on n'a $f=3h-1$ que si G est primitif. Si G est primitif, il est trois fois transitif, et $N-1=2^m$.

Si $N=4f$, on n'a $f=12h_1-1$ que si G est primitif. Si G est primitif, il est 2 fois transitif et $N-1=r^m$ (r 1er).

II. — Si $N-2=2f$ (f 1er impair) G ne peut être primitif que s'il est 2 fois transitif et d'ordre multiple de $\frac{N(N-1)(N-2)}{2}$ avec $N-1=r^m$ (r 1er impair) ou si, son ordre étant premier à f, il renferme un sous-groupe invariant transitif d'ordre moitié moindre de classe $N-1$ et de degré N.

G ne peut être primitif sans être 2 fois transitif : 1° quand N est égal à ρp_1 (p_1 1er et 1er à $\rho > 1$) sans que l'on ait $pK+1 < \frac{p_1\delta}{p_1-1} \leqq p_1$, δ étant le *p. g. c. d.* de p_1-1 et de $\frac{1}{2}G$, en sorte que $p_1 \geqq 5$; 2° quand N est égal à ρp_1 ou ρp_1^2 sans que l'on ait $\rho > p_1$ ou $\rho > p_1^2$ respectivement.

III. — Soit $N=ff'+1 \equiv 0$ (mod. 4), (f et f' 1ers impairs différents, $f > f'$). Si $f-1$ et $f'-1$ ont pour *p. g. c. d.* 2, G n'est qu'une seule fois transitif. De plus G ne peut exister si l'on a : 1° $f'=3$, $N=3f+1$; 2° $N=2^m r$ (r 1er impair) avec $f' \geqq \delta$, δ étant le *p. g. c. d.* de $r-1$ et $2^m(2^m-1)$; 3° $N=\rho p$ (p 1er et 1er à $\rho > 1$) avec $f' > p$, en sorte que $p > 5$, ou avec $\rho < p$; 4° $f' < 2f+3$ avec $N \leqq 401$.

IV. — Si $N=2^m r+1$ (r 1er impair) et G de classe $2^m r-1=ff'$ (f, f' 1ers impairs, $f > f'$, $m > 1$). G ne peut exister si $f' > 2^m$ à moins que $2^m > r \geqq 11$.

V. — Si $N < 160$, on a $N-1=r$ (r^m 1er impair).

II

Soit $N=\rho f$ (f 1er impair et 1er à ρ) et G un groupe primitif de classe $N-2$ et de degré N ; on a, d'après une formule connue,

$$(1) \qquad G=fv(af+1) \quad , \quad a>0,$$

$af+1$ étant le nombre des sous-groupes d'ordre f de G, et, k étant convenablement choisi :

$$(2) \qquad kG=\rho f(\rho f-1)(\rho f-2)=kfv(af+1).$$

On en tire

$$(3) \qquad kv = 2\rho + lf \quad , \quad l \geqq 0, \text{ si } f > 2\rho,$$

$$(4) \qquad (2\rho + lf)(af + 1) = \rho(\rho f - 1)(\rho f - 2),$$

$$(5) \qquad (\rho^2 - al)f = 3\rho^2 + 2a\rho + l.$$

On en conclut $al < \rho^3$, et l'on obtient immédiatement, si $l > 0$, une limite supérieure de f en fonction de ρ.

Pour une valeur déterminée de ρ, (5) permet de déterminer les valeurs de f, a, G pour lesquelles $l \neq 0$. Pour les autres valeurs de $f > 2\rho$ on a $l = 0$, $kv = 2\rho$, $G = \frac{N(N-1)(N-2)}{k}$, $af + 1 = \frac{(\rho f - 1)(\rho f - 2)}{2}$. Dès lors :

1° Si ρ est impair, G est divisible par ρf et $\rho f - 2$; k divise $\rho f - 1$ et par suite est 1er à ρ, c'est-à-dire est $\leqq 2$. On en conclut de suite que G est 2 fois, par suite 3 fois transitif et que $\rho f - 1 = 2^m$.

2° Si ρ est pair, G est 2 fois transitif, car $k = \frac{2\rho}{v}$ est 1er à $\rho f - 1$; ou bien $\rho = 4h$, $\rho f - 2$ a avec k le *p. g. c. d.* 2 et G est multiple de $\frac{\rho f(\rho f - 1)(\rho f - 2)}{2}$; ou bien $\rho = 4h + 2$, $\rho f - 2$ a avec k le *p.g.c.d.* 4 et G est multiple de $\frac{\rho f(\rho f - 1)(\rho f - 2)}{4}$.

D'après les formules connues[1] applicables à tout groupe transitif G de classe N − 2 et de degré N transitif.

$$G = NH, \qquad H = K(pK + 1),$$
$$N = 1 + (pK + 1)(qK + 1),$$

H étant le groupe des substitutions de G laissant une lettre de G immobile, K le groupe des substitutions de G laissant 2 lettres de G immobiles, et p étant > 0 dès que G est à 3 degrés, en particulier dès que N est impair ou G primitif ; on a ici $q = 0$, $p \leqq 4$. On en conclut de suite que H est primitif[2], par suite que $\rho f - 1 = r^m$ (r 1er impair).

C'est ainsi que nous avons établi le théorème suivant :

Si $N = \rho f$ (f 1er impair et 1er à ρ), pour une valeur donnée de ρ G ne peut être primitif que s'il est 2 fois transitif et si $\rho f - 1 = r^m$ (r 1er) ; exceptions ne peuvent avoir lieu que pour des valeurs de f limitées à fonction de ρ.

Quand ρ est égal à 1 ou 2 on sait[3] qu'il n'y a qu'une seule exception

1. Voir notre Thèse de Doctorat, p. 70.
2. *Thèse de Doct.*, p. 51 et 55.
3. id. p. 77-80 et 89.

le / ... $N = 10$. Examinons maintenant

... les conséquences de la formule[1]

$$\leq K \frac{pK+1}{pK-1},$$

... quand $f-1$ a avec G le *p. g. c. d.* 2, même

$$f < K \frac{K+1}{K-1},$$

$$K^2 + K(1-f) + f > o.$$

... membre de (7) est positif pour $K = f-2$, négatif pour $K =$ ... si $f > 5$; donc :

... on doit avoir ici $K \geq f-2$, si $f > 5$.

Ce n'est pas tout : si G n'est pas 2 fois transitif, ou si même H n'est pas primitif entre $N-1$ lettres, on a[2] $N-1 \geq (K+1)^2$. Alors

$$f < K \frac{K+1}{K-1} = \frac{\lambda(\lambda-1)}{\lambda-2},$$

et

$$\rho f > (K+1)^2 = \lambda^2,$$

simultanément, si $\lambda = K+1$. On en tire :

$$\frac{\lambda(\lambda-1)}{\lambda-2} > f > \frac{\lambda^2}{\rho},$$

et

$$\rho > \frac{\lambda(\lambda-2)}{\lambda-1} = \frac{\lambda(\lambda-1)}{\lambda-2} - \lambda\left(\frac{\lambda-1}{\lambda-2} - \frac{\lambda-2}{\lambda-1}\right)$$

$$= \frac{\lambda(\lambda-1)}{\lambda-2} - \lambda\frac{2\lambda-3}{(\lambda-1)(\lambda-2)}.$$

Or $\frac{\lambda(2\lambda-3)}{(\lambda-2)(\lambda-1)} \leq 3$, dès que $\lambda \geq 5$, $K \geq 4$, c'est-à-dire puisque $K \geq f-2$, si $f > 5$, ce que nous supposerons. Donc, si $f > 5$,

$$\rho > \frac{\lambda(\lambda-1)}{\lambda-2} - 3 > f-3.$$

On en conclut :

1. *Bull. Soc. Math.*, 1897, p. 197, formule (5 *ter*).
2. *Thèse de Doct.*, p. 51 et 70.

Théorème I. — Si $N = \rho f$ (f 1er impair > 5 et 1er à ρ), un groupe transitif G de classe $\rho f - 2$ et de degré ρf tel que $f - 1$ n'ait avec G que le *p. g. c. d.* 2 ne peut exister que si $K \geqq f - 2$; de plus G est 2 fois transitif et H primitif, à moins que l'on ait $\rho > f - 3$.

Corollaire I. — Si $N = 3f$, on n'a $f = 3h - 1$ que si G est primitif. Si G est primitif, il est 3 fois transitif, et $N - 1 = 2^m$.

En effet, d'abord $3f - 3$ n'a avec $(3f - 1)(3f - 2)$ que le *p.g.c.d.* 2; $f - 1$ est 1er à 3, si $f = 3h - 1$. D'après le théorème I, G est 2 fois transitif, H est primitif et $p = \frac{3f-2}{K} \leqq \frac{3f-2}{f-2} < 4$, dès que $f \geqq 7$; alors $p = 1$, G est 3 fois transitif. De même, si G est primitif, il est 2 fois transitif et d'après ce qu'on a vu, il sera alors 3 fois transitif, sauf peut-être pour les valeurs de $f = 3h + 1$ qui pourraient satisfaire à (5), ou pour $f = 5$.

(5) donne alors :

$$(27 - al)f = 27 + 6a + l, \tag{5 bis}$$

avec $l \geqq o$ pour $f \geqq 7$; si $l > 0$, on devra avoir $N \leqq 102$, par suite $3f - 1 = 2^m$, $2^m - 1$ égal à 31 ou 7 et G 3 fois transitif. Enfin, si $f = 5$, G ne peut exister parce que $N - 2$ est 1er et $N - 1 = 14 \neq 2^\alpha$.

Quand G est 3 fois transitif on a toujours $3f - 1 = 2^m$.

Corollaire II. — Si $N = 4f$, on n'a $f = 12h_1 - 1$ que si G est primitif. Si G est primitif, il est 2 fois transitif et $N - 1 = r^m$ (r 1er).

En effet $4f - 4$ n'a avec $(4f - 1)(4f - 2)$ que le *p. g. c. d.* 6 si $f = 3h' + 1$ et 2 si $f = 3h' + 2$. Si $f = 12h_1 - 1$, le théorème I est applicable, car $f - 1$ n'a avec G que le *p. g. c. d.* 2; on a

$$p = \frac{4f-2}{K} \leqq \frac{4f-2}{f-2} < 5, \text{ dès que } f \geqq 11;$$

par suite, d'après le théorème I, G est 2 fois transitif et $p \leqq 2$.

Si G est primitif il est 2 fois transitif, sauf peut-être pour les valeurs de $f \neq 12h_1 - 1$ qui satisfont à (5), ou pour $f \leqq 7$.

(5) donne

$$(64 - al)f = 48 + 8a + l, \tag{ter}$$

ec $l \geqq 0$ pour $f > 7$; si $l > 0$, on remarquera que quand $al \equiv 0$ (mod. 2^i) on a $l \equiv 0$ (mod. 2^i), pour $i \leqq 3$, et que a et l ne peuvent être a fois $\equiv 0$ (mod. 3).

Dès lors, supposant $4f \geqq 102$, on voit par une discussion facile que seules valeurs possibles de $f \neq 12h_1 - 1$ sont les valeurs 29, 43, 113,

127, 149. Pour ces valeurs de f on a le tableau suivant, d'après (5 *ter*), des valeurs de a, l, etc.

f	29		43		113	127	149
a	19	1	53	15	7	9	31
l	3	60	1	4	9	7	2
al	57	60	53	60	63	63	62
$64-al$	7	4	11	4	1	1	2

Pour éliminer les cas correspondants nous nous appuierons sur la remarque suivante :

Remarque. — Soit G un groupe transitif de classe N — 2 et de degré N; d'ordre $G = N(pK+1)K$, avec $p > 0$. Si N — 1 ne possède pas de diviseur de la forme $qK+1 < N-1$, avec $q > 0$, H est primitif entre N — 1 lettres, et N — 1 doit satisfaire à un certain nombre de conditions : par exemple, on ne peut avoir $N-1 = p_1 p_2$, ou $p_1^2 p_2$, ou $p_1 p_2 p_3$, p_1, p_2, p_3, étant des nombres 1ers différents, et si $N-1 \leq 400$, il faut $N-1 = r^m$ (r 1er impair).

1° $f = 29$.

Si $a = 19$, on a, d'après (3), $kv = 95 = 5.19$; v est 1er à $f-1 = 28$, et G ne peut exister [1].

Si $a = 1$, $af+1 = 30$, $N = 4.29 = 116$, $N-1 = 115 = 5.23$, $N-2 = 114 = 2.3.19$. G est divisible par $af+1 = 30$, par suite par 3 et 5 ; K est divisible par 3, et $pK+1$ par 5 : G ne peut exister d'après la remarque précédente.

2° $f = 43$. On a $N = 4f = 172 = 4.43$, $N-1 = 171 = 3^2.19$, $N-2 = 170 = 2.5.17$.

Si $a = 53$, $kv = 51 = 3.17$; K est divisible par 10, et G ne peut exister d'après la remarque précédente.

Si $a = 15$, $kv = 180 = 2^2.5.3^2$; K est divisible par 17 et G ne peut exister d'après la remarque précédente.

3° $f = 113$. On a $N = 4.113 = 452$, $N-1 = 451 = 11.41$, $N-2 = 450 = 2.3^2.5^2$, $af+1 = 7.113+1 = 792 = 2^3.3^2.11$. G est divisible par 11 et K par $2.3^2 = 18$. La remarque précédente est applicable.

4° $f = 127$. On a $N = 4.127 = 508$, $N-1 = 507 = 3.13^2$, $N-2 = 506 = 2.11.23$, $af+1 = 9.127+1 = 1144 = 2^3.11.13$: G est divisible par 13 et K par 22 ; la remarque précédente est applicable.

1. *Bull. Soc. Math.*, 1897, p. 197, form. (5 *bis*).

5° $f = 149$. On a $N = 4.\ 149 = 596$, $N - 1 = 595 = 5.\ 7.\ 17$, $N - 2 = 2.\ 3^3.\ 11$, $kv = 306 = 2.\ 3^2.\ 17$; G est divisible par 5. 7, et K par $3.\ 11 = 33$. La remarque précédente est applicable.

Enfin, si $f \leq 7$, on a $N - 1 = r^m$ (r 1er), avec $m = 1$ si $f \not\equiv 7$: il suffit d'appliquer le théorème suivant au cas où $f = 7$, $N - 2 = 26 = 2.\ 13$.

Théorème II. — Un groupe primitif G de degré N et de classe $N - 2 = 2f$ (f 1er impair) ne peut exister que s'il est 2 fois transitif et d'ordre multiple de $\frac{N(N-1)(N-2)}{2}$, avec $N - 1 = r^m$ (r 1er impair), ou si, son ordre étant 1er à f, il renferme un sous-groupe invariant transitif d'ordre moitié moindre de classe $N - 1$ et de degré N.

En effet on a

$$G = N(pK + 1)K, \text{ avec } p > 0,$$

$$N = (pK + 1)(qK + 1) + 1.$$

Si $K \equiv 0$ (mod. f), on a $pK + 1 = N - 1$ et G est 2 fois transitif; H est primitif entre $N - 1$ lettres, par suite de degré r^m (r 1er impair) et linéaire [1].

Si $K \not\equiv 0$ (mod. f), on a $K = 2$, et K est formé des puissances d'une substitution d'ordre 2 de classe $2f$ et impaire. G contient donc un sous-groupe invariant transitif G′ de classe $N - 1$ et de degré N.

Le même théorème a lieu d'ailleurs quand G est transitif, avec $p > 0$, sans être primitif.

Corollaire. — G ne peut être primitif sans être 2 fois transitif: 1° quand N est égal à ρp_1 (p_1 1er et 1er à $\rho > 1$) sans que l'on ait $pK + 1 < \frac{p_1 \delta}{p_1 - 1} \leq p_1$, δ étant le $p.\ g.\ c.\ d$ de $p_1 - 1$ et de $\frac{G}{2}$, en sorte que $p_1 \geq 5$; 2°, quand N est égal à ρp_1 ou ρp_1^2 sans que l'on ait $\rho > p_1$ ou $\rho > p_1^2$ respectivement.

En effet, si G est primitif, sans être 2 fois transitif, on a $K = 2$.

Il suffit alors pour le 1er point d'appliquer au sous-groupe invariant G′ un théorème connu [2].

Pour le 2me point, on remarquera que G′ ne peut contenir de sous-groupe invariant d'ordre p_1^α, car G contiendrait [3] un sous-groupe invariant d'ordre p_1^β, ce qui est impossible, puisque G est primitif [4].

Voir notre *Thèse de Doct.*, p. 54-55.
Bull. Soc. Math., 1898, th. II.
Ann. Fac. Sc. Toulouse, 1895, D. 16.
Jordan, *Traité des S*; 41.

On établira alors en raisonnant sur G′ comme nous l'avons fait ailleurs pour le cas où G′ est primitif[1], qu'on a respectivement $\rho > p_1$ ou $\rho > p_1^2$.

On en conclut par exemple qu'on n'a pas $N = 120 = 2^3 . 5 . 3$, car $N - 2 = 118 = 2 . 59$, ni $N = 136 = 2^3 . 17$, car $N - 2 = 134 = 2 . 67$, ni $N = 160 = 5 . 2^5$, car $N - 2 = 2 . 79$.

Remarque. — Si G est primitif sans être 2 fois transitif, on a $K = 2$, et G′ ne peut être primitif sans que N soit assujetti à une foule de conditions. Ainsi, soit $N \leq 401$, il faudra $N = 2^m$, G′ serait linéaire et K contiendrait une substitution linéaire de classe $2^m - 2$, qu'on sait ne pas exister[2] si $m > 2$; par suite G′ ne peut être primitif.

Lemme. — Soit G un groupe primitif de classe $N - 2$ et de degré $N = 4h$ où le groupe K des substitutions qui laissent deux mêmes lettres de G convenablement choisies immobiles est d'ordre 2 ; G′ un sous-groupe invariant transitif d'ordre moitié moindre, de classe $N - 1$ et de degré N qu'il contient et qui est formé des substitutions paires de G : G′ ne contient pas de sous-groupe L régulier d'ordre N, si N n'est pas égal à 4.

En effet[3], sinon, soit p^α la plus haute puissance du nombre 1er impair p qui divise N, par suite L, G′ et G. On aurait d'après la formule connue de M. Sylow,

$$L = N = p^\alpha v (1 + np).$$

L est formé de l'unité et des substitutions de classe N de G′, qui sont paires, et contient un sous-groupe M d'ordre $M = p^\alpha v$ renfermant un sous-groupe invariant P_α d'ordre p^α. On a

$$G' = p^\alpha v H' (1 + np) = N H',$$

et puisque G′ ne renferme comme L que $1 + np$ sous-groupes d'ordre p^α, G′ renferme un sous-groupe L_1 d'ordre $L_1 = p^\alpha v H'$ contenant un sous-groupe invariant d'ordre p^α, P_α par exemple, par suite un des transformés de M : nous pourrons supposer que ce soit M lui-même. L'ensemble des substitutions de classe N de L_1 forme avec l'unité un sous-groupe de L_1 contenant M et d'ordre diviseur de N et de L_1, par suite d'ordre M, c'est-à-dire que ce sous-groupe est M. On

1. *Bull. Soc. Math.*, 1897, p. 18 et 25, th. I et II.
2. Jordan, J. de Liouville, 1872, *Recherches sur les substitutions.*
3. Comparer avec notre *Thèse de Doctorat*, p. 51.

peut toujours trouver une lettre a_1 de L_1 qu'une substitution différente de 1 de L_1 laisse immobile, puisque H' premier à N et > 1 ; a_1 étant permutée par M avec $p^m v$ lettres l'est par L_1 avec $p^m v v_1$ lettres, où $H' > v_1 \geqq 1$, et L_1 erenferme xactement $\left(\frac{H'}{v_1} - 1\right) p^m v v_1 = \frac{(H' - v_1) \cdot L_1}{H'}$ substitutions de classe $N - 1$ laissant immobile une des $p^m v v_1$ lettres que L_1 permute avec a_1. Si une substitution de L_1 $\neq 1$ laissait immobile une lettre a_2 autre que ces $p^m v v_1$ lettres, en raisonnant comme ci-dessus, on verrait que L_1 renferme

$$L_1\left(\frac{H' - v_1}{H'} + \frac{H' - v_2}{H'}\right) < L_1, \quad (H' > v_2),$$

substitutions laissant une lettre immobile, ce qui exige

$$H' < v_1 + v_2 ;$$

ceci est impossible, puisque $v_1 \leq \frac{H'}{2}$, $v_2 \leq \frac{H'}{2}$. Donc L_1 contient $\frac{H' - v_1}{H'} L_1$ substitutions de classe $N - 1$ et $p^m v v_1 - 1$ substitutions de classe N, en sorte que $p^m v v_1 = M$, $v_1 = 1$, et L_1 contient le groupe H' des substitutions de G' laissant a_1 immobile.

En appliquant encore la formule de M. Sylow au groupe G, on voit que G renferme un sous-groupe L_1', contenant L_1, d'ordre $L_1' = 2p^\alpha v H'$, et où P_α est sous-groupe invariant. Le groupe des substitutions de L_1' qui laissent a_1 immobile est d'ordre $2H'$ ou H'. Si c'est $2H' = H$, H étant le sous-groupe des substitutions de G qui laissent une même lettre immobile, H ne serait pas maximum dans G, ce qui est impossible, puisque G est primitif. Donc c'est H' et L'_1 contiendrait $2p^\alpha v$ transformés de H' par les substitutions de L'_1, tous contenus dans G', puisqu'ils sont formés de substitutions paires, par suite dans L_1 ; or nous avons vu que L_1 ne contient que $p^\alpha v$ transformés de H', et l'on est conduit à un résultat contradictoire : donc p ne peut être impair.

Si $p = 2$, $N = 2^m$, G' contient un sous-groupe invariant d'ordre 2^m, ui est commun à tous les sous-groupes d'ordre 2^{m+1} de G : G serait nc linéaire[1], puisqu'il est primitif, et contiendrait une substitution néaire à m indices d'ordre 2 et de classe $2^m - 2$, substitution qui ne ut exister[2] si $m > 2$.

1. *Ann. Fac. Sc. Toulouse*, 1895, D. 16.
2. Jordan, J. de Liouville, 1872, loc. citat.

Théorème III. — Soit G un groupe primitif de classe N — 2 et de degré $N = ff' + 1 \equiv 0 \pmod{4}$, f et f' 1ers impairs différents, $f > f'$). Si $f - 1$ et $f' - 1$ ont pour *p. g. c. d.* 2, G n'est qu'une seule fois transitif. De plus G ne peut exister si l'on a : 1° $f' = 3$, $N = 3f + 1$; 2° N égal à $2^m r$ (r 1er impair), avec $f' \geqq \delta$, δ étant le *p. g. c. d.* de $r - 1$ et 2^m $(2^m - 1)$; 3° N égal à ρp (p 1er et 1er à $\rho > 1$), avec $f' > p$, en sorte que $p > 5$, ou avec $\rho < p$; 4° $f' < 2f + 3$, avec $N \leqq 401$.

En effet on a[1]

$$G = NH,\ H = (\theta K + 1) K,$$
$$N - 1 = (\theta K + 1)(\eta K + 1) = ff'$$

et $\theta > 0$, puisque G est primitif.

Si G est 2 fois transitif, c'est-à-dire si H est transitif, on a $\eta = 0$; mais H n'est pas primitif, puisque $N - 1 = ff'$, en sorte que[2]

$$ff' = (\theta' K + 1)(\eta' K + 1),\ \theta' > 0,\ \eta' > 0, \tag{8}$$

d'où par exemple

$$f = \theta' K + 1,\ f' = \eta' K + 1.$$

K étant un diviseur commun à $f - 1$ et $f' - 1$ est égal à 2. G renferme un sous-groupe invariant d'ordre moitié moindre 2 fois transitif de classe N — 1 et de degré $N = 2^m$, contenant un sous-groupe invariant d'ordre 2^m; d'après le lemme précédent, G ne peut exister.

Si G n'est qu'une fois transitif, on a encore (8), et par suite $K = 2$; $\theta K + 1$ est égal f ou f'. Ceci posé :

1° Si $f' = 3$, $f - 1$ et $f' - 1$ ont pour *p. g. c. d.* 2. Si $\theta K + 1 = f'$, $G = N.\ 3.\ 2$, $G' = N.\ 3$ et G' renferme un sous-groupe invariant d'ordre N : G ne peut exister d'après le lemme précédent. Si $\theta K + 1 = f$, $G' = Nf$; G' serait primitif, et le lemme précédent serait encore applicable à G. Exemple : on n'a pas $N = 112 = 2^4.\ 7$, car $N - 1 = 3.\ 37$.

2° Si N est égal à $2^m r$, il suffit d'appliquer un théorème connu[4] au groupe G'.

3° Si N est égal à ρp, il suffira d'appliquer un théorème connu[5] au groupe G', ou de raisonner à peu près sur G' comme au théorème I d'une note antérieure[6].

4° Si $N \leqq 401$, G' n'est pas primitif et $G' = Nf_1$, où f_1 est égal à f ou

1. Voir notre *Thèse de Doct.*, p. 70.
2. Id., p. 51.
3. *Bull. Soc. Math.*, 1898, th. I.
4. Id., th. II.
5. Id., 1897, p. 18.
6. Comp. notre *Thèse de Doctorat*. p. 76.

f'. Alors $N=(p_1 f_1+1)(q_1 f_1+1)=f f'+1$, avec $p_1>0$, $q_1>0$, d'où $f_1=f'$, $p_1 q_1 f'+p_1+q_1=f\geq 2f'_1+3$, si $f=|=f+2$. Ce dernier cas exigerait à la fois $f'+1\equiv 0$ (mod. 3) et[1] $f'+1\equiv 0$ (mod. 2^m) ce qui est impossible.

Exemple : On n'a pas $N=156=2^2.\ 3.\ 13=5.\ 31+1$, car d'après la 3me propriété on n'a pas $p=3$; on n'a pas $N=144=2^4.\ 3^2=11.\ 13+1$, d'après la 4me propriété.

Théorème IV. — Un groupe primitif de degré $2^m r+1$ (r 1er impair) et de classe $2^m r-1=ff'$ (f, f' 1ers impairs, $f>f'$, $m>1$) ne peut exister si $f'>2^m$ sans être 2 fois transitif et sans que l'on ait $2^m>r\geq 11$.

En effet l'on a :

$$\begin{cases} G=N(pK+1)K,\ p>0,\ K=f_1=f \text{ ou } f', \\ N-1=(pK+1)(qK+1)=2^m r=(pf_1+1)(qf_1+1), \end{cases}$$

puisque H n'est pas 2 fois transitif, r étant >1. Si $f'>2^m$, $N-1$ ne possède pas de diviseur $pf_1+1<N-1$, en sorte que $q=1$, $pf_1+1=2^m r$, et G est 2 fois transitif. H est transitif, et, puisque l'on n'a pas $N-1=(p'f_1+1)(q'f_1+1)$ avec $p'>0$, $q'>0$, H est primitif ; $N-1$ doit satisfaire à un certain nombre de conditions. Par exemple on a[1] $2^m>r\geq 11$.

Exemple : On n'a pas $N=117$, car $N-1=116=2^2.\ 29$, $N-2=115=5.\ 23$, et $5>2^2$.

Théorème V. — Un groupe primitif G de degré $N\leq 160$ et de classe $N-2$ est tel que $N-1=r^m$ (r 1er impair).

En effet, d'après ce qui précède et des résultats connus[2], il suffit de vérifier que l'on n'a pas N égal à 130, 145 ou 154.

1° $N=130=2.\ 5.\ 13$, $N-1=129=3.\ 43$, $N-2=128=2^7$. On a

$$N-1=(pK+1)(qK+1),\ H=(pK+1)K,\ p>0.$$

Soit d'abord H non transitif ; on a $q>0$, et $K=2$.

Quand $pK+1=3$, $G=2.\ 5.\ 13.\ 3.\ 2=13\,v\,(13h+1)$ avec $h>0$, d'après la formule de M Sylow : $13h+1$ serait un diviseur de 60, ce qui est absurde.

Quand $pK+1=43$, $G=2.\ 5.\ 13.\ 43.\ 2=13\,v\,(13h+1)$, avec $h>0$, $13h+1$ est multiple de 43 et diviseur de $43.\ 20$; $13h+1=43\lambda\equiv\lambda$ (mod. 13), λ étant un des nombres 1, 2, 4, 5, 10, 20, en sorte que

1. *Bull. Soc. Math.*, 1898, th. II.
2. Voir notre *Thèse de Doct.*, p. 68-98.

$\lambda = 10$, $v = 2$. D'après une formule connue, puisque $N = 13\rho$, avec ρ 1er à 13, il faudrait

$$13 < K\frac{pK+1}{pK-1} = 2.\frac{43}{41}$$

ce qui n'a pas lieu.

Soit maintenant H transitif; on sait qu'il n'est pas primitif, et l'on a encore $K = 2$, d'où $G = 2.5.13.43\ 3.2 = 5v\,(5h+1)$, avec $h > 0$. Le nombre $5h+1$ des groupes d'ordre 5 de G est multiple de 43.3 et $5h + 1 = 43.3\ \lambda \equiv -\lambda$ (mod. 5), où λ divise 4.13; il faut $\lambda \equiv -1$ (mod. 5), c'est-à-dire $\lambda = 4$, $v = 13$; le *p. g. c. d.* de v et $5 - 1 = 4$ étant 1, G ne peut exister[1].

2° $N = 145 = 5.29$; $N - 1 = 144 = 2^4.3^2$, $N - 2 = 143 = 11.13$.

G est 2 fois transitif[2] puisque $11 + 1 = 12 \not\equiv 2_m$ et $13 < 2.11 + 3$, et l'on a $K = 11$, puisque H n'est pas primitif. H admettrait alors une répartition de ses lettres en systèmes de non-primitivité 12 à 12 et contiendrait un sous-groupe d'ordre 12.11 contenant 12 sous-groupes d'ordre 11 et holoédriquement isomorphe à un groupe 2 fois transitif de degré 12 et d'ordre 12.11 qui n'existe pas.

3° $N = 154 = 2.7.11$, $N - 1 = 153 = 3^2.17$, $N - 2 = 152 = 2^3.19$.

Si $K \equiv 0$ (mod. 19), H est transitif, par suite primitif et de degré 153, ce qui est impossible. Donc $K \leq 8$: le *p. g. c. d.* de $11 - 1 = 10$ et G est 2; on aurait, d'après le théorème I, $K \geq 9$, ce qui n'a pas lieu.

M. DUROY de BRUIGNAC

Ingénieur des Arts et Manufactures

CALCUL DU TRAVAIL DES HÉLICES ET DES CARÈNES [699]

— Séance du 11 août —

Je présente à la 3e section du Congrès un livre intitulé *Calcul du travail des hélices et des carènes*[3]. Ce titre exprime bien le caractère de cette étude dans laquelle j'ai cherché des principes et des formules pouvant apporter de la précision dans ce genre de recherche, jusqu'ici assez empirique.

1. *Bull. Soc. Math.*, 1897, p. 197, form. (5 *bis*).
2. *Thèse de Doct.*, p. 76.
3. Librairie de Sciences Générales, 53, r. M. le Prince.

Je suis parti de cette idée que, malgré la justesse des prévisions à laquelle on est arrivé en modifiant de proche en proche des formes successivement essayées, un procédé aussi empirique pouvait voiler de notables erreurs. Les résultats, on le verra, paraissent confirmer cette crainte ; en sorte que la nouvelle méthode dont il s'agit, non seulement introduit la précision dans cette classe d'études, mais suggère des améliorations importantes.

Je n'ai pas essayé de continuer la lutte, infructueuse jusqu'ici, contre la complication extrême des mouvements de l'eau ; j'ai cherché à tourner la difficulté, et j'y suis parvenu au moyen du principe rationnel dont voici l'énoncé (p. 3) :

« *Principe.* — L'eau étant incompressible, les pressions doivent « se transmettre au travers d'elle comme au travers d'un corps dur, « non seulement lorsque l'eau est immobile, mais quelque tumul- « tueuse qu'elle soit, pourvu que la continuité existe. Par suite, les « actions exercées de l'autre côté d'une couche d'eau plus ou moins « épaisse atteignent le bateau comme si elles s'exerçaient immédia- « tement à sa surface. Là, ces actions se composent entre elles, sans « doute ; mais, comme le travail de la résultante égale la somme des « travaux des composantes chacune sur sa direction, on obtient le « résultat exact en calculant séparément le travail de chaque action « considérée. On peut donc calculer toutes les actions appliquées à « la carène ou à l'hélice comme si elles s'exerçaient sur leur surface, « immédiatement et isolément.

« *Corollaire.* — On peut calculer le travail en un point, soit par « composante isolément, soit par groupes de composantes formées « arbitrairement. »

Partant de ce principe, je calcule les effets, en chaque point, comme s'exerçant directement et isolément sur une surface aussi petite que l'on veut ; et puis, j'additionne simplement les résultats obtenus. J'applique cette méthode à un essai considérable fait par le Ministère de la Marine, et les résultats, ceux observés et ceux calculés, coïncident avec toute l'exactitude que le sujet comporte.

Malgré la simplicité du principe, son application n'est pas toujours sée, du moins pour l'hélice ; c'est la partie laborieuse de l'étude ais cette application même suggère des simplifications de forme, s aisées et sans inconvénient, au moyen desquelles le calcul des lices ne conserverait rien d'ardu à l'avenir.

Par un enchaînement nécessaire, je suis amené à étudier le mécasme du travail de l'hélice et son rendement, ainsi que le fonctionment des reculs ; j'en fais un exposé que je crois juste et complet,

mais qui diffère notablement des idées généralement admises, surtout pour l'hélice.

Aucun essai connu ne fournit, on le comprend, toutes les données que réclame un procédé de calcul aussi nouveau ; forcé d'y suppléer, j'explique soigneusement, pour qu'on puisse les juger, les évaluations et les simplifications auxquelles je dois recourir.

En somme, le résultat est remarquable ; car les effets calculés concordent avec les effets observés aussi exactement qu'on puisse le demander en pareille matière. Il y a là un fait qui appelle l'attention.

On comprend que l'étude ainsi faite, par le menu, de toutes les résistances, en signale plusieurs auxquelles on ne songeait pas ou dont on ne voyait pas l'importance. J'en arrive à cette conclusion, appuyée par des calculs, qu'un bateau, rectifié d'après les aperçus que l'étude suggère, dépenserait 25 à 30 0/0 de moins que le bateau comparable de construction habituelle. Ce serait, suivant la destination du bateau, économie de frais, économie de place, ou gain de vitesse dans la proportion que l'on sait.

On ne doit pas s'étonner que la formule de Newton (ou du *sinus carré*), qui a été abandonnée comme fausse, me donne des résultats justes ; car cette formule est *juste*, pourvu qu'on ne l'applique qu'à l'*avant* qu'elle concerne seul, et que l'on calcule d'autre part les effets *arrière*. Le « principe » ci-dessus étend la formule à plusieurs plans contigus. L'erreur qui a fait condamner la formule de Newton consiste à comparer la résultante *partielle* que donne cette formule à la résultante *totale* que donne un essai.

M. André BROCA

Agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, ancien élève de l'École Polytechnique

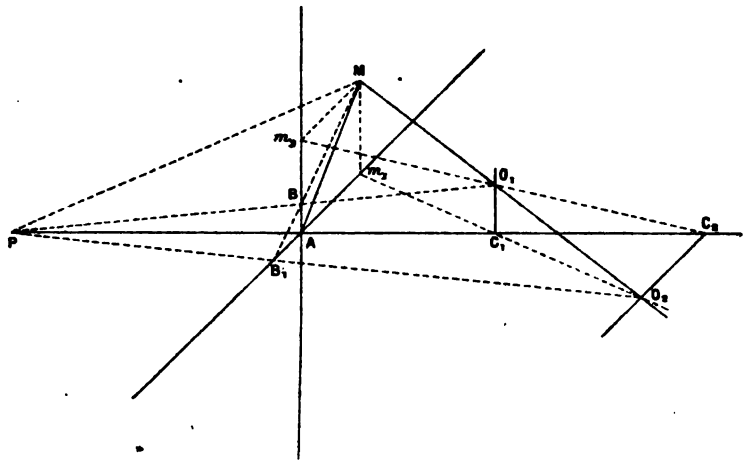
SUR LES PLANS NORMAUX A UNE SURFACE LE LONG D'UN ÉLÉMENT DE SECTION PLANE ET PASSANT PAR UN POINT FIXE D'UNE NORMALE FIXE EN UN POINT DE CET ÉLÉMENT

— Séance du 11 aout —

Soit S une surface que nous représentons par son plan tangent en A et ses directions principales Ax Ay ; soient P A la normale en A,

P un point sur cette normale et A M une section plane menée par la normale P A, nous allons démontrer le théorème suivant :

Théorème : Tous les plans normaux à la surface S *en des points de* A M *infiniment voisins de* A *et assujettis à passer par le point* P *se coupent suivant une même droite perpendiculaire à la normale* P A.



Soit α l'angle x A M qui définit la section plane considérée. La normale en M est définie par la condition de rencontrer les deux droites de Sturm menées dans les plans principaux, normales à P A aux centres de courbure principaux C_1 et C_2. Soit M O_1 O_2 cette normale, et m_1 C_1 O_2 sa projection sur le plan principal P Ax ; Mm_1 est parallèle à Ay. De même Mm_2 est parallèle à $C_2 O_2$. Le plan P M O_1 O_2 a pour traces sur les plans principaux P O_1 et P O_2, et sur le plan tangent M B B_1 Calculons l'angle ψ de la trace B_1 M avec Ax. Nous avons dans le triangle B_1 M A.

$$\frac{\sin\psi}{AM} = \frac{\sin(\alpha-\psi)}{AB_1}$$

D'ailleurs $\frac{AB_1}{C_2O_2} = \frac{PA}{PC_2}$ $\quad \frac{C_2O_2}{m_2M} = \frac{O_1O_2}{O_1M}$ $\quad m_2M = AM\cos\alpha$

Donc

$$\frac{\sin\psi}{\sin(\alpha-\psi)} = \frac{AM}{AB_1} = \frac{AM.PC_2}{PA.C_2O_2} = \frac{AM.PC_2.O_1M}{PA.O_1O_2.m_2M} = \frac{PC_2.MO_1}{PA.O_1O_2\cos\alpha}$$

Nous voyons donc que dans l'équation qui donne l'angle ψ, la distance A M s'élimine. D'ailleurs P C_2 et P A sont fixes, O_1 M et O_1 O_2 n'ont que des variations du second ordre, donc l'angle ψ ne subit que des variations du second ordre.

Donc tous les plans normaux à la surface S en un point de la section plane AM et passant par le point P coupent le plan tangent en A suivant des droites parallèles au second ordre près. Ils se coupent donc entre eux suivant des droites parallèles aux précédentes. Comme ils passent par le point fixe P, toutes ces droites parallèles entre elles et passant par le point P, sont confondues au second ordre près.

Calculons maintenant la valeur de l'angle ψ. Prenons le point A comme origine de tous les segments. Posons $AP = p$, $AC_1 = r_1$ $AC_2 = r_2$, il vient :

$$\frac{\sin\psi}{\sin(\alpha-\psi)} = \frac{-p+r_2}{-p} \cdot \frac{r_1}{(-r_1+r_2)\cos\alpha}$$

D'où on tire aisément :

$$tg\,\psi = \frac{r_1(r_2-p)}{r_2(r_1-p)}\,tg\,\alpha$$

On voit ainsi que l'on ne peut avoir $\psi = \alpha$ que si $r_1 = r_2$. Dans ce cas, qui est celui des ombilics, cette égalité a lieu quelque soit p.

Dans le cas d'un point parabolique $r_2 = \infty$, $tg\psi = \frac{r_1}{r_1-p}tg\,\alpha$.

Si $p = \infty$ dans le cas général $tg\psi = \frac{r_1}{r_2}\,tg\,\alpha$.

Si de plus le point est parabolique $r_2 = \infty$, $tg\psi = o$ quel que soit α ; donc tous les plans normaux à une surface S en une région infiniment petite autour d'un point parabolique, et parallèles à la normale fixe en ce point parabolique, sont parallèles à la section principale de courbure finie au point parabolique, c'est-à-dire normaux à la droite de Sturm située à distance finie.

M. MATHIAS

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse

REMARQUES SUR UN MÉMOIRE DE M. LE PROFESSEUR BATTELLI

[532-42]

— Séance du 5 aout —

Dans un travail inséré dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Turin pour 1895 et reproduit en tête des Travaux de l'Institut de physique de Pise de 1897, M. le Professeur Battelli détermine

par 2 méthodes destinées à se contrôler mutuellement les densités de l'éther, du sulfure de carbone et de l'alcool liquides sous la pression de leur propre vapeur saturée. Ces résultats expérimentaux sont résumés dans une première planche graphique en prenant les températures pour abscisses et les densités pour ordonnées. Dans une seconde planche, l'auteur a joint à ces courbes celles qui représentent la densité de vapeur saturée déduite de ses expériences antérieures.

M. Battelli a essayé en vain de trouver une formule empirique capable de représenter avec précision l'ensemble de ses expériences sur les densités de liquide. En particulier, il a essayé de vérifier le théorème des états correspondants au moyen de la formule empirique

$$\delta = A(m - 0{,}569 + 1{,}665\sqrt{1-m}) \tag{1}$$

que j'ai vérifiée sur plusieurs corps[1] et qui est la traduction dans le langage des états correspondants ($T = 273 + t = m\,\Theta$) de la forme de fonction que M. Cailletet et moi avons employée antérieurement.

M. Battelli trouve, pour les valeurs *observées* et *calculées* de la densité du liquide, des nombres extrêmement différents bien que suivant une marche parallèle, comme on peut en juger par le tableau suivant relatif à l'éther.

	DENSITÉ			DENSITÉ	
t	*observée*	*calculée*	*t*	*observée*	*calculée*
0°	0.7350	0.5364	120°	0.5740	0.4600
20°	0.7080	0.5275	150°	0.5090	0.4176
50°	0.6780	0.5097	170°	0.4530	0.3811
80°	0.6420	0.4194	190°	0.3920	0.3036
100°	0.6130	0.4801	195°	0.3600	0.2637

L'autorité de M. Battelli est trop grande dans toutes les questions qui se rapportent aux propriétés thermiques des fluides pour que je n'aie pas cru devoir chercher la raison d'un tel désaccord entre le calcul et l'observation.

Je commencerai par remarquer que la formule (1) n'est valable, ainsi que je l'ai formellement précisé[2], que pour $M > 0{,}8$. Malgré a, M. Battelli cherche à la vérifier à partir de 0° qui correspond à $= 0{,}58$ pour l'éther, $m = 0{,}500$ pour le sulfure de carbone et $= 0{,}53$ pour l'alcool, tandis que la vérification ne devrait avoir lieu au-dessus de 119°, de 164° et de 139° pour les corps considérés.

[1] E. Mathias. — *Ann. de la Fac. des Sc. de Toulouse* pour 1891.
[2] E. Mathias. — *Sur la densité critique*, p. 19. Ann. de Toulouse pour 1892.

Ainsi que je l'ai montré pour de nombreux corps, le coefficient A de la formule (1) est proportionnel à la densité critique Δ définie comme la limite de la demi-somme des deux sortes de densités d'un même corps lorsque la température tend vers sa valeur critique et l'on a sensiblement

$$\frac{A}{\Delta} = 2{,}36 \tag{2}$$

avec de petites variations possibles en plus ou en moins dans la valeur de ce rapport.

Au lieu de cela, M. Battelli adopte pour Δ les valeurs

$$0{,}208 = \frac{1}{4^{cc}80} \qquad 0{,}377 = \frac{1}{2^{cc}651} \qquad 0{,}2283 = \frac{1}{4^{cc}38}$$

tirées de ses volumes critiques déterminés expérimentalement, volumes que j'ai démontré antérieurement[1] être trop grands et donner des densités critiques beaucoup plus petites que la valeur fournie par la loi du diamètre rectiligne ou la règle du tiers de la densité.

Si l'on remarque que pour $m = 1$ la formule (1) donne

$$\Delta = 0{,}431\ A \qquad \text{ou} \qquad A = \frac{\Delta}{0{,}431}$$

on peut tirer de là A connaissant Δ. C'est ainsi que M. Battelli adopte pour A les valeurs respectives

207,5 377,5 228,3[2]

Dans ces conditions on doit trouver pour les densités calculées des valeurs beaucoup trop basses. Le résultat trouvé par M. Battelli s'explique donc très simplement.

Il est préférable de chercher à vérifier la formule (1) sans idée préconçue sur Δ en cherchant la valeur du rapport

$$\frac{3}{m - 0{,}569 + 1{,}665\sqrt{1-m}} = A$$

qui est très peu variable entre $m = 1 - \varepsilon$ et $m = 0{,}85$, et en adoptant pour A une valeur moyenne. Les valeurs

$$A = 0{,}597 \qquad \text{et} \qquad A = 1{,}041$$

1. E. Mathias. — *Etats correspondants*, p. 3 et 4. Ann. de Toulouse pour 1891.

2. Le quotient des Δ de M. Battelli par les A qu'il a adoptés devrait donner le nombre constant 0,431 ; on trouve les nombres suivants qui en diffèrent sensiblement

0,421 0,424 0,423

donnent respectivement pour l'éther et le sulfure de carbone des résultats satisfaisants, comme le montrent les tableaux suivants dans lesquels les δ observés sont les nombres lus directement sur les courbes de M. Battelli.

ÉTHER

t.	*δ observé*	*δ calculé*	*différence*
195°	0.353	0.319	— 0.034
190°	0.378	0.370	— 0.008
185°	0.4007	0.4012	+ 0.0005
180°	0.420	0.424	+ 0.004
175°	0.4392	0.4442	+ 0.005
170°	0.458	0.461	+ 0.003
165°	0.4708	0.475	+ 0.003
160°	0.486	0.489	+ 0.003
155°	0.497	0.501	+ 0.004
150°	0.5092	0.5116	+ 0.0024
145°	0.518	0.522	+ 0.004
140°	0.530	0.531	+ 0.001
135°	0.5442	0.5394	— 0.0048
130°	0.553	0.547	— 0.006

SULFURE DE CARBONE

260°	0.721	0.691	— 0.030
250°	0.770	0.760	— 0.010
240°	0.812	0.812	0.000
230°	0.847	0.853	+ 0.006
220°	0.879	0.887	+ 0.008
210°	0.910	0.916	+ 0.006
200°	0.936	0.941	+ 0.005
190°	0.963	0.966	+ 0.003
180°	0.988	0.987	— 0.001
170°	1.008	1.005	— 0.003
160°	1.027	1.022	— 0.005
150°	1.047	1.037	— 0.010

ɔur le sulfure de carbone, la loi du diamètre rectiligne, vérifiée sur ɔombres de M. Battelli, conduit à la densité critique 0,4408 = Δ, ɔefficient angulaire du diamètre étant — 0,00077. Dans ce cas on en

$$\frac{1,041}{0,4408} = 2,362$$

ui vérifie le théorème des états correspondants.

La méthode du diamètre appliquée à l'éther fournit $\Delta = 0,2368$, nombre tout à fait inacceptable, car on sait que pour ce corps la densité critique est voisine de 0,260 ainsi que le donnent les expériences d'Avenarius et de M. Sydney Young. Les nombres de M. Battelli ne vérifient pas la relation (2). Cela tient à ce que les densités de vapeur saturées de l'éther telles qu'on les tire de la table II du mémoire de M. Battelli sont beaucoup trop faibles, ainsi qu'en témoigne le tableau suivant où ces densités sont comparées à celles de M. Sydney Young, ce qui est légitime si l'on remarque que le point critique 194,4 de l'éther de ce savant est très voisin du point critique 197° trouvé par M. Battelli.

VAPEUR SATURÉE DE L'ÉTHER

t	δ' (*Battelli*)	δ' (*S. Young*)
190°6	»	0.1637
190°0	0.112	»
186°4	»	0.1372
185°0	0.091	»
181°8	»	0.1193
180°0	0.079	»
175°0	0.066	»
174°7	»	0.0980
170°0	0.056	»
165°0	0.051	»
161°1	»	0.0710
160°0	0.044	»
155°0	0.039	»
150°0	0.032	»
145°0	0.028	»
144°4	»	0.0490
140 0	0.026	»
135°0	0.021	»
132°05	»	0.0381
130°0	0.018	»
125°0	0.014	»
122°6	»	0.0311
120°0	0.0120	»
115°0	0.0105	»
111°6	»	0.0244
110°0	0.0070	»
105°2	»	0.0211
105°0	0.0052	»

Il est donc hors de doute que, dans les expériences de M. Battelli, des causes graves de perturbation ont altéré les densités de vapeur saturée de l'éther à toutes les températures. On peut aussi remarquer que les densités de liquide de l'éther et du sulfure de carbone sont nettement trop fortes au voisinage du point critique.

M. P. VILLARD

SUR LA RÉGÉNÉRATION DES ÉCRANS AU PLATINOCYANURE DE BARYUM PAR LA LUMIÈRE [533.21]

— Séance du 6 août —

Lorsqu'un écran au platinocyanure de baryum est soumis pendant un certain temps à l'action des rayons X, sa fluorescence devient moins vive[1]; le sel s'altère et brunit. Un quart d'heure d'exposition à 10cm ou 15cm d'un tube de Crookes en activité suffit pour produire un effet extrêmement visible, surtout si on a eu soin d'interposer un obstacle pour produire un contraste.

La modification subie par le platinocyanure persiste indéfiniment à l'obscurité; elle disparaît par une exposition à la lumière et l'écran est ainsi régénéré. On peut attendre aussi longtemps que l'on veut pour effectuer cette régénération qui n'exige qu'un quart d'heure ou une demi-heure avec la lumière solaire directe.

Ainsi le platinocyanure de baryum subit, de la part des rayons X, une première transformation, et la lumière produit la transformation inverse. Il m'a paru intéressant de chercher quelles sont les radiations lumineuses capables de produire la régénération.

Un écran fluorescent, fortement bruni par les rayons X, a été exposé pendant quelques heures à l'action d'un faisceau de lumière laire passant par le collimateur d'un spectroscope et dispersé par ux prismes de quartz. Le spectre a été mis au point sur l'écran et position des raies principales repérée. L'expérience terminée, la face fluorescente a été examinée à la lumière diffuse, puis aux

. Antérieurement à ces expériences, M. Macintyre avait observé cette altération 'a fluorescence *(Nature, nov. 1896.)*

rayons X, avec lesquels les contrastes sont plus marqués. Contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, ce ne sont pas les rayons chimiques qui ont produit la régénération du platinocyanure. Le violet l'ultra violet, et la presque totalité du bleu sont presque sans action. Les radiations efficaces forment dans le spectre trois bandes distinctes d'inégale largeur, la plus réfrangible étant la plus active. Voici leurs positions approximatives, les longueurs d'onde étant exprimées en millionièmes de milimètre :

1	de $\lambda =$	900	à $\lambda =$	710
2	»	590	»	540
3	»	510	»	480

On voit que la première bande est en grande partie située dans l'infra rouge, et que la plus réfrangible dépasse à peine la limite du vert.

M. André BROCA

Agrégé à la Faculté de Médecine de Paris

APERÇU SUR LA THERMODYNAMIQUE DU MUSCLE

[612.745.5]

— Séance du 8 août —

Nous avons vu en 1896, le professeur Richet et moi, que dans certaines conditions, le muscle se refroidissait en fonctionnant. La plupart de ceux qui ont étudié les propriétés thermiques du muscle ont vu parfois des phénomènes analogues. Ils ont été souvent attribués à des déplacements de la soudure. Dans ses dernières expériences sur l'élévation de température du muscle pendant le soutien d'un poids, M. Chauveau, qui plaçait son thermomètre sur la peau du bras en le maintenant d'une manière convenable, a vu souvent au début de la contraction, un refroidissement analogue, qu'il a attribué à l'expulsion du sang des vaisseaux par le muscle contracté, et au refroidissement relatif du bras, dû à cette expulsion au début de la contraction.

L'explication de M. Chauveau est probablement exacte dans le cas qu'il a étudié. Mais nous avons vu que ce phénomène n'était pas tou-

jours un simple phénomène du début de la contraction, mais qu'il était, dans certaines conditions, permanent. On peut placer le muscle dans des conditions telles que ce refroidissement soit absolument régulier, et d'autant plus grand que la contraction est plus énergique. Ceci a lieu chez les mammifères, toutes les fois que le muscle se contracte sans oxygène. Il suffit pour voir le phénomène de lier les artères ou d'asphyxier l'animal; on le voit parfois chez le chien quand, après avoir endormi l'animal, on le refroidit jusqu'à la température rectale de 24° ou 25°.

Nous avons pu observer dans l'asphyxie ou l'anémie, le muscle étant en tétanos, c'est-à-dire soutenant un poids sans travail extérieur produit, un refroidissement qui atteignait, après 3 ou 4 minutes, un demi degré ou même plus. Il suffisait d'ailleurs de rendre l'oxygène ou le sang pour voir revenir le réchauffement.

Le tissu musculaire est de ceux qui, lorsqu'ils subissent une extension, se réchauffent, et, lorsqu'ils sont relâchés, se refroidissent. Nous avons donc là un moyen d'explication pour un refroidissement qui se produirait pendant une seule contraction; mais ceci ne peut absolument pas rendre compte de ce qui se produit pendant le tétanos, où il n'y a ni extension, ni relâchement du tissu musculaire, mais où il y a maintien d'un raccourcissement fixe.

Nous avons affaire, dans le muscle, à un système où une force est produite par une consommation d'énergie, comme cela se produit pour le champ de force dû à un courant électrique. C'est dans les phénomènes de cette nature que j'ai cherché un guide pour l'explication de ce qui se passe dans le muscle.

Nous savons qu'il y a certaines piles, celles où il y a production d'un phénomène de dissolution, qui se refroidissent en fonctionnant, et l'on peut transformer de toutes les façons possible dans le circuit extérieur, l'énergie due à la réaction chimique et celle qui est empruntée sous forme de chaleur au milieu ambiant. S'il n'y a pas de travail extérieur produit, l'énergie électrique libérée dans la pile sera tout entière employée soit à produire de la chaleur dans le circuit, soit à luire des réactions chimiques par électrolyse. Si donc nous consi- ons le système total composé de la pile, du circuit et des volta- res, nous devons écrire, puisqu'il n'y a pas de travail extérieur duit, qu'il y a conservation de l'énergie dans ce système. Nous luerons les quantités de chaleur en thermies. Appelons E la quan- d'énergie libérée par unité de temps par la réaction chimique de ile, Q celle qui est empruntée au milieu ambiant sous forme de

chaleur, q celle qui est dégagée en chaleur dans le circuit, et e celle qui est employée à l'électrolyse. Nous aurons

$$E + Q = q + e$$

Si e est supérieur à E, nous voyons que forcément q est inférieur à Q, donc que le résultat final sera le refroidissement du système. Si au contraire e est inférieur à E, nous voyons que le système s'échauffera constamment.

Si donc un système constitué comme nous venons de le voir se refroidit en fonctionnant, nous pouvons affirmer deux choses : 1° Il y a dans la pile un phénomène de dissolution ; 2° Il y a production d'un changement chimique dans le système, d'une réaction endoénergétique supérieure comme quantité à la réaction exoénergétique qui produit le dégagement d'énergie.

Tout ce que nous venons de dire ne suppose rien sur la forme de l'énergie libérée par la réaction exoénergétique, et est tout à fait indépendant des lois particulières du circuit électrique. Nous pouvons donc l'appliquer au muscle en contraction tétanique comme à tout autre système ne produisant pas de travail extérieur. Dans ces conditions nous pouvons affirmer que dans le muscle qui se refroidit en fonctionnant il y a deux ordres de phénomènes mis en jeu.

1° Une dissolution qui accompagne la réaction libératrice de l'énergie ;

2° Une modification chimique dans le système.

Nous n'avons pu essayer de mettre en évidence les phénomènes de la 1re espèce et cela n'a rien d'étonnant, car nous sommes assez peu fixés sur les réactions qui se passent dans le muscle pour y libérer de l'énergie. Mais dans des expériences faites en collaboration avec le professeur Richet, nous avons pu mettre en évidence des phénomènes de la seconde espèce. Pour mieux dire, nous avons observé les phénomènes de cette espèce et c'est pour les coordonner avec ceux qui précèdent que je présente la théorie actuelle.

Nous avons observé que le muscle qui se contracte sans oxygène et qui, par conséquent, se refroidit en se contractant, se ruine rapidement. Au bout de quelques minutes il est en état de rigidité et il ne répond plus aux excitations, quelles qu'elles soient. Il y a donc eu une modification chimique profonde et qui est même durable, car le muscle reste longtemps dans cet état après qu'on lui a rendu l'oxygène.

L'ensemble de ces deux phénomènes, refroidissement et ruine de muscle quand il se contracte sans oxygène, me semble donc en con-

les lois de la thermodynamique, alors que le
pas.
t aller un peu plus loin et dire que, dans
le muscle emprunte une partie de
forme de chaleur au milieu ambiant.
traction normale ? c'est un point
r, mais on ne peut rien dire
peut décider la question, et
la science.

LLARD

E DE LA CROIX DE CROOKES [533.21]

— Séance du 10 août —

d sommairement en quoi consiste l'expérience qui
article :
poule de Crookes, un obstacle mobile à volonté, figu-
ix, est interposé sur le trajet des rayons cathodiques ;
areil est en activité l'ombre de la croix se dessine en noir
roi fluorescente de l'ampoule. Mais, sous l'action des rayons
iques le verre se modifie rapidement et perd en partie sa pro-
té d'être fluorescent. Cette propriété reste intacte au contraire
ns la région protégée par l'obstacle et si, au bout de quelques ins-
tants, on supprime celui-ci, à la place de la croix noire apparaît une
croix brillante se détachant sur un fonds moins lumineux. Ce phéno-
mène diparaît d'ailleurs assez vite.

La modification passagère subie par le verre dans cette expérience
ordre physique et consiste simplement en une élévation de tem-
ure produite par le bombardement cathodique. Le verre chaud
ins fluorescent que le verre froid, et, comme il est mauvais
teur de la chaleur, il ne s'échauffe pas sensiblement là ou il est
par un obstacle, conservant ainsi, à l'ombre de la croix, tout
avoir fluorescent. L'obstacle supprimé, la température s'égalise
ntraste disparaît.

Il est facile de mettre en évidence le rôle joué par la chaleur dans l'expérience de Crookes.

A l'aide d'un petit chalumeau à main on chauffe modérément une région déterminée d'une ampoule, une bande verticale par exemple, puis on fait passer le courant électrique. Toute la région chauffée apparaît alors beaucoup moins lumineuse que le reste de la paroi. On peut s'assurer ainsi qu'à une température suffisamment élevée, très inférieure cependant à celle du ramollissement du verre, toute fluorescence cesse.

On peut donner à l'expérience une forme un peu différente : sur la paroi anticathodique d'une ampoule de Crookes on applique une calotte en cuivre présentant une découpure en forme de croix, et fortement chauffée ; on la retire au bout de quelques secondes et on fait aussitôt passer le courant. La partie de l'ampoule qui a été en contact avec le cuivre chaud se montre à peine fluorescente, tandis que la région correspondant à la découpure et par conséquent froide, s'illumine vivement, faisant apparaître une croix brillante sur fond sombre.

Inversement, après avoir chauffé toute la paroi anticathodique au moyen d'un bec de gaz, on applique sur cette paroi un objet froid ; quand on fait ensuite passer le courant, l'image de cet objet se détache en clair sur le fond adjacent.

Les résultats sont remarquablement nets avec les tubes focus employés en radiographie : les rayons cathodiques diffusés par l'anticathode produisent en effet une illumination du verre beaucoup plus uniforme que celle qu'on obtient avec les rayons émanant directement d'une cathode.

Le verre n'est pas la seule substance dont les propriétés fluorescentes se modifient sous l'action de la chaleur : L'oxyde de zinc par exemple présente une belle fluorescence verte à froid, violette à chaud. Le sulfure de zinc, bleuâtre à froid, devient au contraire vert quand la température s'élève. La craie donne lieu à un phénomène analogue, mais moins marqué, et la lumière qu'elle émet sous le choc des rayons cathodiques passe de l'orangé au jaune vif par l'action de la chaleur. Peut-être le verre, qui ne nous paraît pas fluorescent quand il est chaud, émet-il alors des radiations invisibles, infra-rouges ou ultra-violettes.

MM. le Dr H. BORDIER
Agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon
et P. KOLB
Élève de l'École du service de santé militaire, à Lyon

DE LA CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE DES ÉTOFFES EMPLOYÉES POUR LES UNIFORMES DE L'ARMÉE [536.21]

— Séance du 11 août —

Les pertes de la chaleur provenant des sources de la calorification animale peuvent se faire par conduction, par évaporation, par convection et par rayonnement. Les vêtements auront par suite plusieurs qualités à remplir ; d'abord ils devront s'opposer aux déperditions de calorique qui tendent à se faire par les temps froids et ils devront, d'autre part, permettre à la régulation thermique de se faire, par évaporation de la sueur, par les temps chauds ou lorsque l'organisme s'échauffe à la suite d'un travail musculaire trop grand. Pour que la première condition soit satisfaite, il faut que les étoffes qui entrent dans la constitution des vêtements aient une conductibilité calorifique et un pouvoir émissif aussi faibles que possible.

La deuxième condition sera remplie si la perméabilité gazeuse des étoffes est aussi grande que possible, de manière à permettre à la vapeur d'eau provenant de l'évaporation de la sueur à la surface du corps de s'échapper au dehors.

L'étude de la perméabilité gazeuse a été faite déjà dans un mémoire présenté au Congrès de l'Association de Saint-Étienne. C'est la détermination de la conductibilité calorifique qui fait l'objet du travail que nous présentons aujourd'hui, nous réservant de faire connaître
n tard les recherches que nous avons déjà commencées sur le
voir émissif des mêmes étoffes.

a méthode employée pour mesurer la conductibilité calorifique
tissus est basée sur le problème de la barre et sur les résultats
Despretz.

it une barre de cuivre rouge de section faible et de longueur suf-
te pour que l'une des extrémités étant à une température T, l'autre

reste à la température du milieu ambiant. On sait que pour des points dont les distances à la source croissent en progression arithmétique la température décroît en progression géométrique.

Comme abscisses prenons les distances et, comme ordonnées les températures. On remarque que la ligne des températures décroît selon une certaine courbe. Mais, *sur une petite longueur*, ainsi que cela ressort des recherches de MM. Van Aubel et Paillot[1], on peut considérer cette ligne de descente comme droite.

Partant de ce principe, l'un de nous a imaginé un procédé pour mesurer la conductibilité calorifique des corps organiques.

Si, en un point quelconque nous sectionnons la barre et que nous interposions une rondelle très mince du tissu à étudier, l'équilibre dans les deux segments sera détruit. Le tissu opposera une résistance à la propagation de la chaleur, et sa conductibilité sera évaluée par la différence des températures des deux faces de la rondelle.

Pour avoir ces températures θ_1 et θ_2, il suffira, sur chaque segment, de prendre les températures de deux points voisins de l'extrémité en rapport avec le tissu à étudier et très peu distants l'un de l'autre.

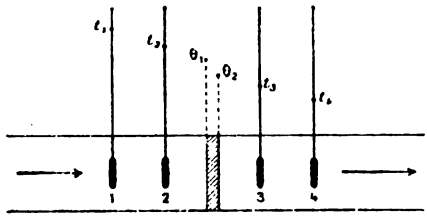


FIG. 1

Soit les températures t_1 et t_2 des points 1 et 2 du segment de la barre en contact avec la source de chaleur et t_3 et t_4 celles des points 3 et 4 du segment libre.

Par les points 1, 2, 3, 4, menons des perpendiculaires dont les hauteurs respectives sont données par les indications thermométriques.

Prolongeons les lignes $a\,b$ et $f\,e$ de manière à ce qu'elles viennent couper les perpendiculaires élevées aux extrémités de chaque barre, soit c, d, les points d'intersection. Par les points c et f menons des parallèles à la barre horizontale. Elles détermineront des triangles semblables $a\,a'\,c$, $b\,b'\,c$, d'une part $d\,d'\,f$, $e\,e'\,f$ d'autre part, avec lesquels nous avons les proportions suivantes, en désignant la distance $a'\,b'$ par l_1, $b'\,c$, par l'_1; $d'\,e$ par l_2, $e'\,f$ par l'_2

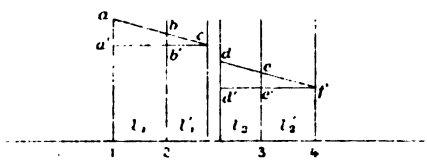


FIG. 2

$$\frac{a\,a'}{l_1+l'_1}=\frac{b\,b'}{l'_1}$$

1. *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève*, février 1895.
2. H. Bordier, *Archives de physiologie*, janvier 1898.

et

$$\frac{d\,d'}{l_2+l'_2}=\frac{e\,e'}{l'_2}$$

En remplaçant dans ces proportions $a\,a'$, $b\,b'$, $d\,d'$ et $e\,e'$ par leurs valeurs en fonction de t_1, t_2, t_3, t_4, θ_1 et θ_2, nous obtenons

$$\frac{t_1-\theta_1}{l_1+l'_1}=\frac{t_2-\theta_1}{l'_1} \qquad (1)$$

et

$$\frac{\theta_2-t_4}{l_2+l'_2}=\frac{t_3-t_4}{l'_2}; \qquad (2)$$

de la première équation nous tirons

$$\theta_1=\frac{t_2(l_1+l'_1)-t_1 l_1}{l_1}$$

De la seconde

$$\theta_2=\frac{t_3(l_2+l'_2)-t_4 l'_2}{l_2}$$

Or $l_1 = l'_2 = 17^{mm}$ et $l'_1 = l_2 = 10^{mm}$; en remplaçant nous avons

$$\theta_1=\frac{27.\,t_2-10.\,t_1}{17}$$

et

$$\theta_2=\frac{27\,t_3-10\,t_4}{17}$$

Tel est le principe, voyons l'appareil. Il se compose d'une étuve cylindrique en cuivre rouge, remplie d'eau maintenue à une température constante par un régulateur à mercure. Une mince couche d'huile de vaseline est étendue à la surface de l'eau pour empêcher l'évaporation.

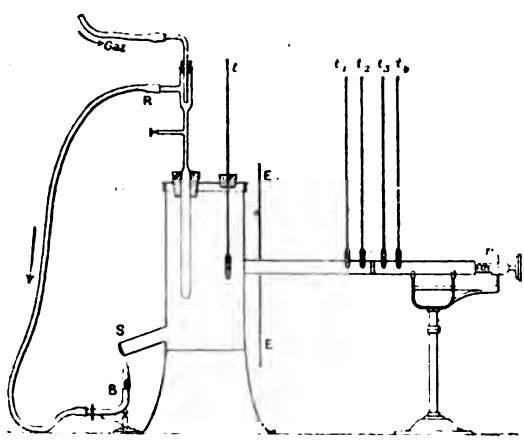


Fig. 3

Le couvercle en cuivre rouge est percé de deux ouvertures, l'une destinée au passage du régulateur R, l'autre à celui du thermomètre *t*. Brasé à la partie inférieure de l'étuve, dirigé obliquement en bas et en communication avec son intérieur, est un cylindre S de cuivre fermé à sa partie inférieure. Un bec de gaz B brûle au-dessous.

Suivant une des génératrices de l'étuve et au milieu de sa hauteur est brasée une barre cylindrique de cuivre rouge nickelé, de 12^{cm} de long, de 17^{mm}7 de diamètre (246 millimètres carrés de section). Sur la génératrice supérieure de cette barre, à 27 et 10 millimètres de son extrémité, sont forés deux petits puits surmontés chacun d'un tube en cuivre rouge de même diamètre.

Dans le prolongement de cette première barre, s'en trouve une seconde, mobile sur deux demi-anneaux en liège, mauvais conducteurs de la chaleur ; deux puits sont également forés sur la génératrice supérieure à 10 et 27 millimètres de l'extrémité regardant l'étuve. Sur l'autre extrémité vient s'appuyer un ressort à boudin *r*, qui permet d'appliquer, avec toujours la même pression, cette barre contre la première par l'intermédiaire du tissu étudié. Quand l'intervalle entre les deux barres est de 1 millimètre, la pression est égale à 20 grammes, ce qui fait par millimètre carré une pression de 81 milligrammes, assez faible pour ne pas faire varier la texture du tissu.

Un écran en carton empêche le rayonnement de l'étuve vers le système à travers lequel se propagera la chaleur.

Dans les puits on a placé du mercure où plongent des thermomètres sensibles au $\frac{1}{10}$ de degré. Nos expérience sont été faites dans les caves du laboratoire de physique de la Faculté de médecine de Lyon, où la température est sensiblement constante et n'oscille qu'entre 10°5 et 11°5 pendant l'hiver.

Telle est la méthode dont nous nous sommes servis. Depuis la publication par l'un de nous des résultats obtenus par ce dispositif expérimental pour la conductibilité calorifique des tissus de l'organisme (archives de physiologie, janvier 1898), MM. Charrin et Guillemonat ont publié un mémoire dans lequel ils adressent des critiques à notre méthode et trouvent le procédé qu'ils ont employé bien supérieur. Ils font à notre méthode les reproches suivants :

1° Il est difficile d'obtenir un tissu sous une épaisseur aussi faible qu'un millimètre.

2° Il y a dessication du tissu.

3° Dilatation des tiges de cuivre dont il faudrait tenir compte et celle-ci entraine une compression du tissu.

Pour notre cas particulier, le premier reproche n'existe pas. Nous opérons sur des draps qui ont une épaisseur donnée. Pour les tissus de l'organisme on ne peut pas dire qu'il soit difficile d'obtenir des coupes aussi minces qu'un millimètre; car alors pour les préparations histologiques où l'on fait des coupes de quelques centièmes ou millièmes de millimètres la difficulté devrait être bien plus grande.

La seconde critique tombe encore d'elle-même: les tissus organiques placés entre les deux barres ne peuvent laisser évaporer l'eau que par la circonférence qui est très faible et la petite quantité d'eau évaporée ne change absolument rien aux résultats définitifs, la propagation de la chaleur se faisant surtout par la partie centrale du tissu.

Quant à la dernière critique elle est encore plus inconcevable. Il est inutile de « tenir compte d'une erreur », qui n'existe pas. L'appareil marche d'une manière continue et quand on interpose le tissu le régime permanent est établi et par suite les tiges ont atteint leur maximum de dilatation.

En revanche, le dispositif adopté par MM. Charrin et Guillemonat ne va pas sans mériter de graves critiques.

D'abord le second reproche qu'ils ont adressé à notre méthode doit leur être retourné car, dans leur façon d'opérer, le tissu peut se dessécher plus que dans notre dispositif : ils placent sur une surface chaude le tissu qui est ainsi exposé à l'air par cinq des faces du cube suivant lequel il a été taillé: c'est dans ce cas que l'évaporation doit être très manifeste et loin d'être négligeable!

De plus ces auteurs confondent la conductibilité qu'ils avaient la prétention de mesurer seule et le pouvoir émissif, choses fort différentes pourtant. En sorte que dans leurs expériences la vitesse de refroidissement du mercure dépend non seulement de la conductibilité calorifique du tissu placé sur le couvercle, mais encore de la quantité de chaleur rayonnée par les cinq faces du tissu dans le milieu gazeux ambiant. Or dans l'organisme, les tissus qu'ils ont considérés, tels que le rein, le foie, etc... interviennent bien par leur conductibilité, mais pas du tout par leur pouvoir émissif, puisqu'il ne sont pas plongés dans l'air. Le dispositif employé par MM. Charrin et Guillemonat est donc à rejeter, au point de vue physique d'abord puisqu'il ne peut pas permettre de ne mesurer que la conductibilité et il l'est autant au point de vue physiologique, puisque dans les résultats intervient le pouvoir émissif de tissus qui ne peuvent perdre de chaleur par rayonnement quand ils sont à leur place dans l'organisme

Ces quelques considérations font ressortir les avantages de notre

méthode qui n'était pas si mauvaise que l'ont écrit les deux physiologistes parisiens.

Les troupes marchant par tous les temps, leurs vêtements sont tantôt secs, tantôt mouillés. Il sera nécessaire de rechercher la variation de leur conductibilité dans ces deux états. Les différents draps sont pris sous l'épaisseur que chacun possède et on découpe dans chaque étoffe des rondelles ayant le diamètre de la barre. Puis quand l'appareil marche depuis un certain temps et que le débit calorifique est constant, ce qu'on reconnaît par les indications thermométriques qui ne doivent plus varier, on interpose entre les deux segments de la barre la rondelle. Le segment mobile est appuyé avec la pression juste suffisante pour empêcher la rondelle de tomber.

Le temps nécessaire pour que l'équilibre thermique se rétablisse varie de 20 à 30 minutes. Au bout de ce temps, les températures t_3 et t_4 ne varient plus; on lit ces températures et on calcule θ_1 et θ_2

Voici maintenant quelques-uns de nos résultats.

DRAPS APRÈS UN SÉJOUR PROLONGÉ DANS LES CAVES DE LA FACULTÉ.

ETOFFES SÈCHES

Draps d'Officiers. — 1° Drap rouge : Epaisseur $1^{mm}5$

$t_1 = 38.9$, $t_2 = 38.5$, $\theta_1 = 38.2$, $\theta_2 = 14.55$, $t_3 = 14\ 5$ $t_4 = 14.4$

$\theta_1 - \theta_2 = 23°65$

2° Drap rouge : Epaisseur 2^{mm}

$t_1 = 38.9$, $t_2 = 38.5$, $\theta_1 = 38,2$, $\theta_2 = 14.65$, $t_3 = 14.6$, $t_4 = 14.4$

$\theta_1 - \theta_2 = 23°55$

3° Tricotine rouge : $E = 3^{mm}5$

$t_1 = 39.3$, $t_2 = 38.9$, $\theta_1 = 38.6$, $\theta_2 = 12.05$, $t_3 = 12$, $t_5 = 11.9$

$\theta_1 - \theta_2 = 26°55$

4° Drap noir : $E = 1^{mm}5$

$t_1 = 39.2$, $t_2 = 38,8$, $\theta_1 = 38.5$, $\theta_2 = 14.25$, $t_3 = 14.2$, $t_4 = 14.1$

$\theta_1 - \theta_2 = 24°25$

5° Drap bleu clair cavalerie

$t_1 = 39.2$, $t_2 = 38.8$, $\theta_1 = 38.5$, $\theta_2 = 13,85$, $t_3 = 13,8$, $t_4 = 13.7$

$\theta_1 - \theta_2 = 24°65$

Sous-officiers. — 1° Drap rouge : $E = 2^{mm}$

$t_1 = 39.4$, $t_2 = 39$, $\theta_1 = 38.7$, $\theta_2 = 13.85$, $\theta_3 = 13.8$, $t_4 = 13.7$

$\theta_1 - \theta_2 = 24°75$

2° Drap bleu tunique : $E = 1^{mm}5$

$t_1 = 39.4$, $t_2 = 39$, $\theta_1 = 38,7$, $\theta_2 = 13.05$, $t_3 = 13$, $t_4 = 12.9$

$\theta_1 - \theta_2 = 25°65$

Soldats. — 1° Drap rouge : E = 2mm

$t_1 = 39.6$, $t_2 = 39.2$, $\theta_1 = 38.9$, $\theta_2 = 13.25$, $t_3 = 12.2$, $t_4 = 13.1$

$\theta_1 - \theta_2 = 25°65$

2° Drap gris bleuté, capote : E = 2mm

$t_1 = 39.4$, $t_2 = 39$, θ_1 38.7, $\theta_2 = 14.15$, $t_3 = 14.1$, $t_4 = 14$

$\theta_1 - \theta_2 = 24°55$

3° Drap bleu foncé, tunique : E = 2mm

$t_1 = 39.2$, $t_2 = 38.8$, $\theta_1 = 38.5$, $\theta_2 = 12.95$, $t_3 = 12.9$, $t_4 = 12.8$

$\theta_1 - \theta_2 = 25°55$.

4° Drap bleu, capote, chasseur à pied : E = 2mm

$t_1 = 39.5$, $t_2 = 39.1$, $\theta_1 = 38.8$, $\theta_2 = 12.05$, $t_3 = 12$, $t_4 = 11.9$

$\theta_1 - \theta_2 = 26°75$

5° Drap numéroté 5313, bleu : E = 1m5

$t_1 = 39.2$, $t_2 = 38.8$, $\theta_1 = 38.5$, $\theta_2 = 12.25$, $t_3 = 12.2$, $t_4 = 12.1$

$\theta_1 - \theta_2 = 26°25$

6° Drap bleu n° 5451 : E = 2mm

$t_1 = 39.2$, $t_2 = 38.8$, $\theta_1 = 38.5$, $\theta_2 = 13.25$, $t_3 = 13.2$, $t_4 = 13.1$

$\theta_1 - \theta_2 = 25°25$

Etoffes mouillées

On fait ensuite une seconde série d'expériences, les rondelles ayant séjourné sous l'eau pendant 24 heures et par conséquent bien imbibées : on les laisse égoutter pendant un temps suffisant pour qu'elles perdent l'excès de leur eau d'imbibition, avant de les mettre en place.

Résultats. — *Officiers.* — Drap rouge : E = 1m5

$t_1 = 38.1$, $t_2 = 37.7$, $\theta_1 = 37.4$, $\theta_2 = 17.55$, $t_3 = 17.5$, $t_4 = 17.4$

$\theta_1 - \theta_2 = 19°85$

Tricotine rouge : E. 3mm = 5

$t_1 = 39.5$, $t_2 = 39.5$, $\theta_1 = 39.2$, $\theta_2 = 17.25$, $t_3 = 17.2$, $t_4 = 17.1$

$\theta_1 - \theta_2 = 21°95$

Soldats. — Drap rouge : E = 2m

$t_1 = 38$, $t_2 = 37.6$, $\theta_1 = 37.3$, $\theta_2 = 15.15$, $t_3 = 15.1$, $t_4 = 15$

$\theta_1 - \theta_2 = 22°15$.

Drap gris bleuté pour capote

$t_1 = 38.3$, $t_3 = 37.9$, $\theta_1 = 37.6$, $\theta_2 = 15.85$, $t_3 = 15.8$, $t_4 = 15.7$

$\theta_1 - \theta_2 = 21°75$

Drap bleu foncé, tunique · Ep = 2mm

$t_1 = 38.7$, $t_2 = 38.3$, $\theta_1 = 38$, $\theta_2 = 18.25$, $t_3 = 18.2$, $t_4 = 18.1$

$\theta_1 - \theta_2 = 19°75$

Drap catalogué 5313

$$t_1 = 39,\ t_2 = 38.6,\ \theta_1 = 38.3,\ \theta_2 = 18.05,\ t_3 = 18,\ t_4 = 17.9$$
$$\theta_1 - \theta_2 = 20°25$$

Drap catalogué 5451

$$t_1 = 38.4,\ t_2 = 38,\ \theta_1 = 37.7,\ \theta_2 = 16.65,\ t_3 - 16.6,\ t_4\ 16.5$$
$$\theta_1 - \theta^2 = 21°05$$

Nous n'avons donné que les différences de température entre les deux faces des étoffes. Ces différences, à la rigueur, sont suffisantes et permettent déjà de faire une classification. Mais il sera plus commode pour comparer la conductibilité de chaque étoffe de déterminer son coefficient de conductibilité relatif que nous pourrons prendre par rapport à l'air. Il n'y aura qu'à chercher les valeurs de θ_1 et de θ_2 quand l'étoffe sera remplacée par une couche d'air *de même épaisseur*. C'est ce que nous nous proposons de faire quand la température sera revenue à 11°.

Conclusions. — Les déterminations expérimentales, qui précèdent montrent que la conductibilité des étoffes est moins grande quand elles sont sèches que quand elles sont humides et surtout mouillées. Ainsi les différences $\theta_1 - \theta_2$ des deux faces d'entrée et de sortie du flux calorifique pour les mêmes draps secs et mouillés sont...

	secs	*mouillés*
Drap rouge..... ...	25°65	22°15
Drap gris bleuté	24°55	21°75
Drap bleu tunique.....	25°55	19°75
Drap n° 5313	26°25	20°25
Drap n° 5451.....	25°25	21°65

Nos résultats prouvent de plus, que de même que pour la perméabilité gazeuse[1], les étoffes qui entrent dans la constitution de l'uniforme du soldat sont meilleures au point de vue hygiénique que celles de l'officier, puisque leur conductibilité calorifique est moins grande. Si on compare les draps de pantalon et de tunique chez l'officier et chez le soldat, on trouve

	officie	*soldat*
	$\theta_1 - \theta_2$	$\theta_1 - \theta_2$
Pantalon	23°65	25°65
Tunique.....	24°25	25°55

Si, au lieu de prendre les tissus secs, on les considère lorsqu'ils sont mouillés, la même infériorité du drap d'officier se révèle : ainsi

1. Congr. de l'Assoc. Franç. pour l'avancement des Sciences; Saint-Etienne, 1897.

pour le pantalon rouge $\theta_1 - \theta_2 = 19°8$ pour l'officier et 22°15 pour le soldat.

Ce qui veut dire que par des temps de pluie, le soldat se refroidit moins vite que l'officier, la conductibilité des vêtements de ce dernier étant plus grande que celle du soldat.

Ainsi tous les avantages hygiéniques sont pour les étoffes de la troupe : que le temps soit froid ou pluvieux, que les étoffes soient sèches ou mouillées, c'est le vêtement de l'officier qui s'oppose le moins efficacement à la perte de calorique, provenant des sources de la chaleur animale. Le soldat est donc, toutes choses égales d'ailleurs, mieux à l'abri des refroidissements et des affections nombreuses qui en résultent, que l'officier.

M. A. BLONDEL

Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, à Paris

SUR LES OSCILLOGRAPHES [537.86]

— Séance du 11 aout —

I. — Origine et principes des Oscillographes

Généralités. — J'ai indiqué, en 1892, les principes de construction et la théorie d'appareils galvanométriques à indications extrêmement rapides, auxquels j'ai donné le nom d'*Oscillographes* qui permettent de déterminer par observation directe et avec une exactitude suffisante les courbes périodiques des groupes alternatifs. Pour obtenir ce résultat il faut que l'équipage mobile de l'instrument oscille sensiblement suivant la loi même des variations du courant qui agit sur lui.

Si l'on se reporte à l'équation générale des galvanomètres amortis $K\frac{d^2\theta}{dt^2} + A\frac{d\theta}{dt} + C\theta = Gi$, où K est le moment d'inertie, A le coefficient d'amortissement, C le couple de torsion, G la constante galvanométrique, on voit qu'il faut rendre les deux premiers termes négligeables devant le troisième, ainsi qu'on l'expliquera plus loin. Supposons ce résultat obtenu. En étalant les déviations dans le sens perpen-

diculaire, à l'aide des méthodes de composition optique, on traduit le mouvement oscillatoire par une courbe.

Le problème n'était pas nouveau et divers instruments avaient été proposés pour le résoudre, à savoir : les galvanomètres d'Arsonval, par M. Éric Girard, et M. d'Arsonval lui-même, le galvanomètre à miroir par M. Colley, le téléphone par MM. Élihu Thomson, Fröhlich, etc. ; mais aucun n'avait rempli ni même élucidé les conditions nécessaires pour l'étude des courants variables.

D'après ma théorie que l'on trouvera aux Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences[1] ces conditions sont au nombre de 5, les deux premières, d'ordre général, applicables à toute espèce d'indicateurs, les trois dernières spéciales aux oscillographes :

1° L'instrument doit avoir une *période d'oscillation* propre très courte par rapport à celle des oscillations électriques. — En particulier, pour les courants alternatifs ordinaires, ayant une fréquence comprise entre 40 et 100 $\mathcal{S}$ par seconde, un bon oscillographe doit vibrer avec une fréquence *au moins* 50 fois plus grande, c'est-à-dire $>$ 2000 à 5000 $\mathcal{S}$.

2° *L'amortissement* doit être réglé à une valeur aussi voisine que possible de l'apériodicité critique toutes les fois que les oscillations électriques ne sont pas bien continues ou que les variations brusques ne sont pas supprimées par un artifice de correction.

3° *La self-induction* propre doit être assez faible pour ne pas altérer la loi de variation du courant mesuré.

4° Les phénomènes d'*hystérésis* et les *courants de Foucault* dans l'appareil doivent être rendus négligeables.

5° *La sensibilité* doit être suffisante : cette condition est la plus difficile à remplir, elle entraîne l'emploi de parties mobiles excessivement petites.

Principaux modes de construction. — J'ai étudié, dès le début,[2] plusieurs types de vibrateurs satisfaisant avec une sensibilité diverse à ces conditions, en particulier, l'oscillographe bifilaire et l'oscillographe à fer doux qui ont fait tous deux l'objet d'applications.

1° *Oscillographe bifilaire.* — C'est une forme simplifiée et originale dérivant plus ou moins d'un galvanomètre à cadre mobile. Le cadre d'un oscil-

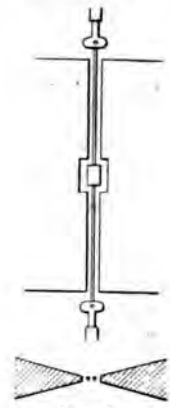


Fig. 1
Schéma de l'oscillographe bifilaire de 1893

1. C. R. 1893. t. CXVI, p. 502 et p. 748.
2. *Ibid.*

lographe devrait avoir des dimensions extrêmement réduites (largeur totale de 1 ou 2 millimètres seulement) ; j'ai pensé à le fixer sur une bande plate ou mieux sur un bifilaire élastique, composé de 2 fils métalliques tendus entre deux pinces appropriées permettant de modifier la tension et la torsion, servant en même temps à donner un puissant couple de torsion et à conduire le courant. Puis en remarquant que dans le type précédent l'inertie du cadre et la sensibilité sont toutes deux proportionnelles au nombre de spires, j'ai conclu que la plus simple des solutions consistait à supprimer le cadre et conserver seulement le bifilaire, traversé par le courant étudié, et portant un miroir collé en son centre ; ce bifilaire doit être placé entre 2 pôles d'électro-aimant allongés et aussi rapprochés que possible, comme le montre la fig. 1, et donnant au champ magnétique la plus grande intensité possible. Le bifilaire doit être plongé dans

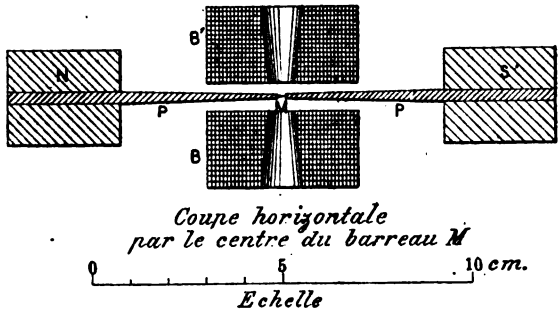


Fig. 2

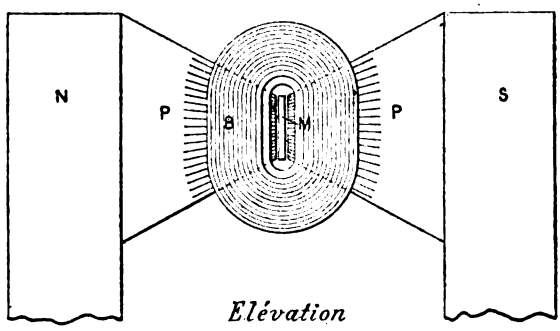


Fig. 3

Fig. 2 et 3. — *Schéma de l'oscillographe à fer doux de 1893.*

. Je ne donne pas ici l'historique des autres méthodes de détermination des irbes périodiques pour lequel je préfère renvoyer le lecteur à une très intéressite étude de M. Abraham (Bulletin de la Société des Électriciens 1897), où on uve aussi l'exposé d'une autre solution qu'il a imaginée sous le nom de « rhéophe ».

un liquide amortisseur comme le type suivant. Les grands avantages de ce dispositif sont la simplicité de construction, l'absence de toute vibration parasite, la très faible self-induction.

2° *Oscillographe à fer doux.* — Dans cet appareil dont la figure 2-3 donne le schéma, un très petit barreau de fer doux portant un miroir est suspendu dans un champ magnétique très intense produit par un aimant ou mieux par un électro-aimant puissant; le courant à étudier passe dans deux bobines placées de part et d'autre des pièces polaires, très aplaties pour laisser la place nécessaire, et produit un champ oscillatoire perpendiculaire au champ directeur. Pour réduire le moment d'inertie, le barreau est plus haut que large. Cet appareil dérive, comme on le voit, du galvanomètre Deprez.

Pour éviter les courants de Foucault les pièces polaires sont coupées de traits de scie ou mieux faites en tôles assemblées, feuilletées horizontalement.

Par suite des attractions intenses auxquelles le barreau mobile est soumis dans le champ magnétique, dès qu'il s'écarte de la position rigoureusement centrale, j'ai été obligé de le maintenir mécaniquement par des pivots. On peut aussi le fixer à un petit ressort plat, tendu verticalement, mais la sensibilité est diminuée.

Cet appareil est à certains égards plus rustique et par suite plus commode que le bifilaire; il présente, il est vrai, plus de self-induction, mais, comme le montre la théorie, celle-ci dans certaines limites n'est pas nuisible, si l'on réduit corrélativement l'amortissement.

Dans mon appareil de 1893 le barreau avait 4^{mm} de largeur, $1/2^{mm}$ d'épaisseur et était pivoté entre 2 aiguilles. Il donnait 1,000 vibrations; il était amorti par du baume de Canada.

En Amérique MM. Hotchkiss, Millis et Mac Kittrick, qui ont imité cet instrument, l'ont perfectionné au point de vue de la rapidité des oscillations en réduisant énormément le barreau; ils l'ont amené à une largeur de 1^{mm} environ sur 1 à 2^{mm} de hauteur et 1/10 d'épaisseur. Les efforts sur ce petit fer doux sont alors assez faibles pour permettre de le suspendre à un fil de cocon. Ils ont ainsi obtenu 2 à 3,000 vibrations par seconde et une bonne sensibilité. Malheureusement ce progrès n'a été réalisé qu'aux dépens de la surface du miroir, qui devint à peine suffisante pour la photographie de laboratoire, mais trop faible pour la vision directe.

De plus ils ont dû renoncer au liquide amortisseur, dont l'effet est indispensable pour obtenir des courbes exactes.

En reprenant la question en 1896, j'ai été amené au contraire à conserver le pivotage tout en le perfectionnant, un miroir de grande

surface (15^{mm}) tout en réduisant l'inertie, et l'amortissement par liquide tout en simplifiant la construction. L'appareil que j'ai présenté à l'Exposition de 1897 de la Société de Physique permet la vision directe très facile des courbes et donne 3 à 5,000 vibrations propres par seconde, ce qui assure une grande précision pour l'étude des courants industriels. Il est moins sensible que ceux qu'on vient de mentionner, mais sa sensibilité est proportionnée à ce qui est nécessaire pour l'étude des courants industriels. Le voltmètre donne une déviation d'environ 15^{mm} à 0^{m}45 sous un courant de 1/2 ampère.

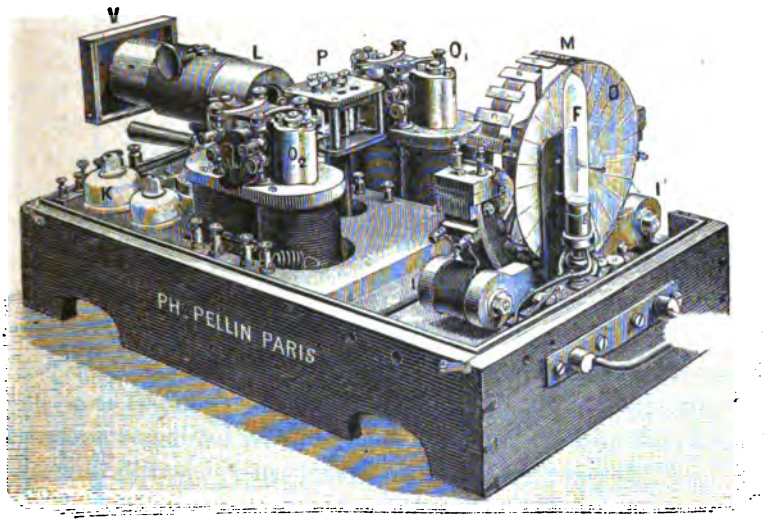


Fig. 4. — *Vue perspective de l'oscillographe double à fer doux.*

Depuis cette époque M. Duddell a construit avec succès, dit-il, un oscillographe d'après mon type bifilaire[1], et ses remarques m'ont engagé à reprendre l'étude de ce type.

Dans ce qui suit, je vais donner les descriptions sommaires de l'oscillographe de 1897 à fer doux et de mon nouveau type bifilaire de 1898 qui est encore en ce moment dans la période d'essais.

II. — Description de l'oscillographe double industriel à fer doux

L'appareil est destiné à l'étude des courants alternatifs industriels, e fréquence 0 à 80.

Il permet de voir à la fois les courbes périodiques du courant et de

1. *The Electrician*, mars 1898. Cet article ne donne aucun résultat.

la différence du potentiel avec leur phase relative, et de les calquer ou photographier.

L'appareil représenté par les figures 4 et 5[1] se compose de deux oscillographes à électro-aimants, d'un groupe de 4 prismes à réflexion totale, d'un synchronoscope et d'une lunette d'observation à verre dépoli.

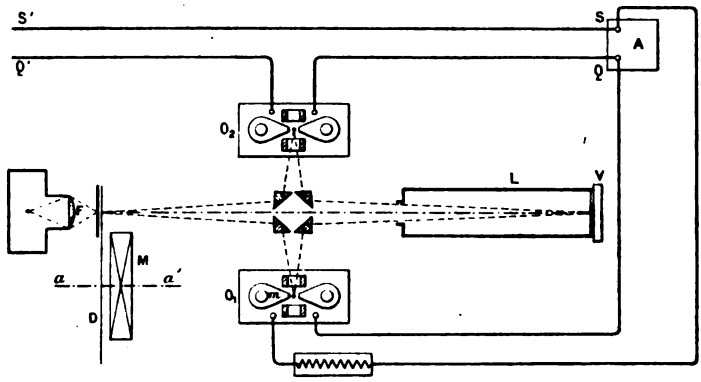


Fig. 5. — *Plan de l'oscillographe double et montage des circuits.*

Chaque oscillographe comprend un électro-aimant à 2 noyaux à champ très intense et à pièces polaires feuilletées, et un équipage mobile consistant en un très petit barreau de fer doux (1 mm. de large sur 2/10 d'épaisseur) pivoté sur rubis et contenu dans une petite boîte d'ivoire. Celle-ci est fermée sur le devant par une lentille plan-convexe et le barreau porte un miroir plan en verre de microscope argenté (5/10 de mm d'épaisseur). L'équipage mobile a une période d'oscillation propre de moins de 1/1000 de seconde ; les oscillations sont amorties à l'apériodicité critique par de l'huile de ricin dans laquelle baigne le barreau ; en pratique un amortissement un peu moindre obtenu par l'huile de vaseline est très suffisant.

Grâce à ces conditions, les oscillations de l'équipage mobile peuvent suivre avec fidélité celles de n'importe quel courant alternatif industriel ordinaire. Dans le cas le plus défavorable, celui d'une courbe formée d'une suite de rectangles, la précision atteint environ 2 pour cent à la fréquence de 40 à 60 périodes pour le courant alternatif.

Le courant qui agit sur l'équipage mobile passe dans une paire de bobines qu'on peut monter en série ou en parallèle ; l'oscillographe

1. Cet appareil a été exécuté par la maison Pellin, très habilement, avec le concours précieux de M. Jigouzo, ingénieur civil des mines, qui m'a assisté fort utilement dans l'étude de tous les détails et à qui j'exprime ici tous mes remerciements ; M. Duris, ingénieur électricien, m'a également prêté un utile concours pour l'emploi et la mise au point pratique de l'instrument.

voltmètre est bobiné en fil fin et muni d'une résistance en série suffisante pour qu'aux tensions ordinaires d'emploi le décalage dû à la self-induction soit sensiblement négligeable.

L'oscillographe ampéremètre est muni d'un enroulement en ruban de cuivre de résistance et de self-induction également négligeables.

Les deux oscillographes sont disposés en face l'un de l'autre et un système de 4 prismes placés sur une colonne centrale permet de les éclairer par une seule et même fente et de juxtaposer les images reçues sur l'écran de verre dépoli. Au centre des prismes se trouve une petite lentille donnant une troisième image de la fente qui sert de repère et marque l'axe des coordonnées. En réglant les prismes on amène les trois images à la coïncidence.

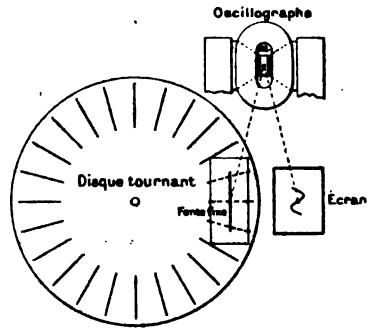


Fig. 6

Schéma de la méthode d'observation avec disque tournant devant une fente.

Le synchronoscope a pour effet de substituer à la fente un point lumineux se déplaçant verticalement avec une vitesse sensiblement uniforme. Il consiste en un petit moteur synchrone entraînant un disque à 24 fentes radicales; chaque fente se déplace devant la fente pendant la durée d'une période des courants étudiés et l'écart angulaire entre les fentes est assez petit pour que la vitesse de déplacement soit sensiblement uniforme dans ces limites. La rencontre des deux fentes donne le point lumineux nécessaire. La fig. 6 représente schématiquement le principe de cette méthode nouvelle.

Le moteur synchrone est d'une construction absolument nouvelle imaginée pour les besoins de l'instrument. Il ne présente ni bagues ni balai et tourne à une vitesse d'environ 2 tours par seconde: on le synchronise sans accroc en le lançant simplement à la main; il est alimenté par un petit transformateur qui ne consomme pas plus 1/3 d'ampère sous 110 volts; il peut fonctionner avec ou sans excion.

a lunette d'observation sert à isoler les images et les recevoir soit une plaque photographique soit sur un écran dépoli. On peut du le disposer dans la lunette une lentille grossissante.

a source de lumière employée peut être un appareil de projection

placé derrière la fente ou même une simple lampe à incandescence à filament vertical, lorsqu'on ne fait pas de photographie.

Dans un modèle plus récent les deux électro-aimants sont réunis en un seul et la marche des rayons est un peu différente, mais le résultat reste le même. Les deux courbes sont obtenues à une échelle très suffisante pour la pratique et dans leurs phases respectives. La figure 7 photogravée[1] d'après une épreuve ainsi obtenue, donne une idée de la finesse et de la netteté des clichés ; ceux-ci se tirent aisément en grandissement au triple ; pour toutes les mesures quantitatives il suffit d'appliquer sur ces grandissements une échelle quadrillée transparente. Grâce à la construction de l'appareil, l'échelle des temps est toujours la même pour toutes les courbes.

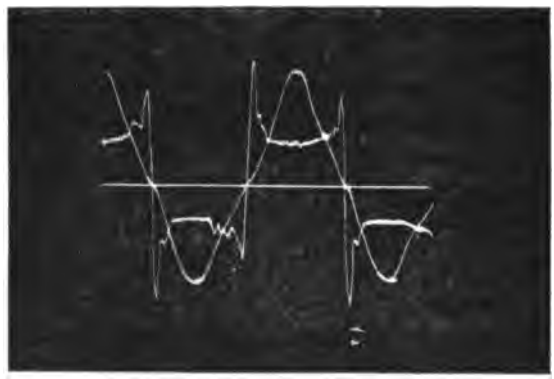


Fig. 7. — *Fac-simile des courbes obtenues. Régime d'un arc à courants alternatifs (charbons homogènes, circuit inductif).*

III. — Oscillographe bifilaire, modèle de 1898

Cet appareil n'est encore qu'à l'état d'appareil *simple* (à un seul oscillographe). En principe, l'équipage mobile est formé de deux fils ou bandes d'aluminium très minces (épaisseur 1/10^{mm}), et très étroites largeur 2/10 à 4/10) tendues parallèlement à très faible distance (1/10 ou 2/10 de ^{mm}), entre les angles des pièces polaires d'un fort électro-aimant.

L'aluminium, grâce à la faiblesse de son poids spécifique relativement à son coefficient d'électricité et à sa conductibilité électrique, permet d'obtenir une plus grande sensibilité à égal nombre d'oscillations que les autres métaux, tels que le bronze ou le fer.

L'instrument est construit en deux parties :

1. P la maison Bertin.

1° Un électro-aimant puissant en forme de tore (*fig. 8*), dont le noyau en fer très doux porte une échancrure cylindrique C autour de laquelle le bobinage est interrompu.

2° Une pièce mobile terminée par des pans cylindriques, qui vient s'encastrer dans l'ouverture précédente.

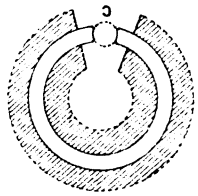


Fig. 8. — *Electro-aimant torique puissant.*

La *figure 9* indique avec plus de détails et à plus grande échelle, la construction de cette pièce. Elle comprend deux longues pièces polaires de fer doux P P′ en forme de coin, réunies en arrière par une pièce de bronze V, sur le devant par une plaque démontable C D, en bas par un fonds D E aussi en bronze. Le tout forme une boîte qu'on remplit du liquide amortisseur.

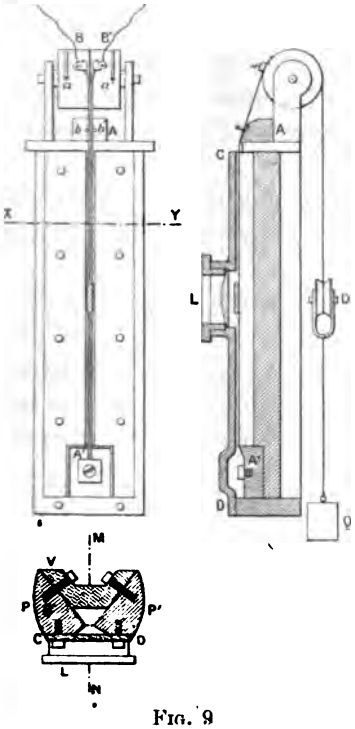


Fig. 9

Dans l'intervalle de 1,5 mm compris entre les angles des pièces polaires est tendu le bifilaire, en bandes de bronze de 5/100 ou en bandes d'aluminium de 1/100 d'épaisseur. La largeur des bandes est de 3/10. En leur milieu elles portent un miroir de 3 à 5^{mm} de hauteur. Ces bandes, séparées électriquement en haut et réunies en bas, sont tendues parallèlement à une distance de 1/10 à 2/10 de $^{m}/^{m}$ l'une de l'autre entre deux chevalets A′ A′, au moyen de petites poulies folles B B′ placées côte à côte et sur lesquelles les extrémités des bandes sont fixées par de petites vis servant aussi de prises de courant.

Ces poulies sont tirées en arrière par un fil double aboutissant à une petite poulie D qui sert à égaliser rigoureusement les tensions sur les deux bandes. Cette poulie est tendue · des poids connus Q ou par un ressort réglable.

Le couvercle de devant est muni d'une lentille plan convexe en e du miroir plan collé à cheval sur les deux bandes vibrantes. En ·dant plus ou moins le bifilaire on peut atteindre des chiffres de riodes de 4000 à 5000 périodes et même au delà.

Cet appareil, s'il est placé en série avec une grande résistance, constitue un voltmètre ; en dérivation sur une résistance il peut jouer le rôle d'ampèremètre. Il est remarquable pour sa sensibilité et sa faible self-induction. Mais il est moins rustique et robuste que le type à fer doux.

Compensation de l'oscillographe bifilaire. — Comme on peut réduire à volonté la fréquence de sa vibration propre en détendant le bifilaire, rien n'empêche de donner à l'inertie l'influence prépondérante dans l'équation du mouvement et de l'employer comme « rhéographe » d'après la méthode de M. Abraham, en compensant le terme d'amortissement et le terme proportionnel au déplacement par des bobines d'induction comme celles qu'a imaginées cet auteur.

Mais alors supposons qu'on tende de nouveau le bifilaire jusqu'à réduire la période propre à une très faible durée, $\frac{1}{5000}$ de seconde par exemple, tout en rétablissant la même sensibilité en réduisant la résistance ; l'instrument restera compensé, mais les termes de compensation ne sont plus, comme dans les rhéographes, du même ordre que le terme principal, mais au contraire, réduits à l'état de faibles corrections.

On a ainsi un « *oscillographe compensé* » plus exact qu'un rhéographe, car une assez grosse erreur sur les termes de compensation devient sans inconvénient.

C'est cette combinaison nouvelle d'un oscillographe bifilaire sensible, à la fréquence propre de quelques milliers de vibrations[1], avec une compensation électromagnétique, qui me paraît appelée à constituer désormais la meilleure solution du problème oscillographique, et je me propose d'en faire connaître les résultats avec détails dans un prochain travail.

1. L'instrument diffère, comme on le voit, complètement, à ce point de vue du nombre des vibrations, du rhéographe Abraham qui ne doit en faire qu'une dizaine par seconde et ne se prêterait pas, du reste, par sa forme, à l'obtention de fréquences propres aussi élevées. Dans mon oscillographe compensé la résonnance n'est pas à craindre grâce à cet amortissement réglé au voisinage de la *valeur critique*.

M. FERY

Chef des travaux pratiques à l'Ecole de physique et de chimie industrielles, de Paris

ÉTUDE SUR LES ÉLECTRO-AIMANTS [538-25]

— *Séance du 11 aout* —

I

On a beaucoup discuté autrefois sur la forme à donner aux pièces polaires des électro-aimants. On se proposait surtout d'obtenir une force attractive décroissant moins vite avec la distance, mieux répartie en un mot, et s'appliquant plus facilement aux diverses applications où l'électro est employé comme moteur.

On a employé tour à tour dans le même but, des pièces polaires coniques pénétrant dans un trou percé dans l'armature, des cames au moyen desquelles la répartition s'effectuait par la variation du rapport des bras de levier de la puissance et de la résistance etc...

La théorie de l'électro aimant est aujourd'hui bien établie et permet d'expliquer une foule de particularités difficiles à comprendre autrefois telles par exemple que la variation de la force portante et de l'attraction à distance en fonction du diamètre des pièces polaires.

On sait en effet depuis longtemps par l'expérience qu'un électro-aimant à pôles étroits a une grande force portante, mais que son action sur une armature de fer doux décroît très vite avec la distance. Au contraire des pièces polaires larges donnent au contact une attraction bien plus faible mais qui se maintient sur un long parcours de l'armature.

Sans entrer dans le détail des formules de l'induction qui permettent expliquer très rigoureusement ces phénomènes, on peut envisager la question à un point de vue plus général, conduisant à des conclusions que j'ai fait vérifier par les élèves physiciens travaillant à mon laboratoire[1].

[1] Ecole de physique et de chimie de la ville de Paris.

II

On sait que le fer doux a une résistance magnétique beaucoup plus faible que l'air; cette résistance varie d'ailleurs avec la force magnétomotrice. Dans les appareils ordinaires et pour les champs généralement employés elle est environ 700 fois plus faible que celle de l'air prise pour unité.

On peut dire qu'au contact, la résistance magnétique du joint entre l'armature et la pièce polaire peut être en général négligée vis-à-vis du circuit fer. Il en résulte que quelles que soient les pièces polaires, il aura fallu dépenser *le même travail* pour amener une armature de l'infini au contact avec l'électro traversé par un courant donné.

Si donc on construit la courbe représentant l'attraction avec la distance pour des pièces polaires différentes pouvant s'adapter à un électro donné, *l'aire de ces courbes*, très différentes d'allure, sera *constante*.

Pour vérifier ce fait, l'armature était fixée au fléau d'une balance et séparée des pièces polaires de l'électro-aimant par des cales de verre dont l'épaisseur était mesurée avec soin ; ce corps présente d'ailleurs une perméabilité très sensiblement égale à celle de l'air.

On chargeait ensuite la balance de poids croissants jusqu'au moment du décollage, ce qui mesurait l'attraction pour la distance représentée par les lames de verre. Voici quelques nombres obtenus par trois diamètres de pièces polaires.

Distance de l'armature aux pièces polaires en millimètres	FORCE PORTANTE EN GRAMMES		
	Diam. des pièces polaires 10 millim.	Diamètre 40 millimètres	Diamètre 63 millimètres
0.0	2000	720	335
1.3	250	290	195
7.2	12	54	55
14.4	5	20	25
21.6	3	10	15
28.8	2	5	9
36.0	1.5	3	5

Ces nombres ont permis de construire les courbes se rapportant à chacune des pièces polaires; les surfaces de ces courbes mesurées au planimètre, sont :

Diamètre des pièces polaires	Surface
10 mill	56 cm²
40	50
63	45

Ces surfaces devraient être les mêmes, mais il faut remarquer qu'un défaut de planéité se fait sentir beaucoup plus sur les grandes pièces polaires pour lesquelles le contact est moins bas. car la pression est plus faible au collage.

CONCLUSION

On peut donc dire que le rendement d'un électro est pratiquement indépendant de la section du flux dans l'air. Le travail étant le produit du déplacement de l'armature par la force attractive on conçoit que cette force soit plus grande à petite distance pour un électro à pôles étroits qui doit produire un travail déterminé sur une petite longueur, que pour un électro à pôles larges.

Il y aura donc intérêt à employer des pôles étroits pour obtenir une force portante considérable et un grand travail pour un faible déplacement de l'armature. Au contraire, si on demande un faible travail à l'électro et une grande course de la palette, il sera avantageux d'employer des pôles très développés.

Remarquons en outre qu'en général c'est un ressort qui ramène la palette au point de départ ; il y aura lieu de proportionner le ressort à l'électro, car la force d'un ressort est une fonction linéaire comme toutes les actions élastiques. On peut, en disposant convenablement ce ressort, obtenir une attraction à peu près indépendante de la distance, ce qu'on recherche généralement ; si au contraire le ressort est très long et assez faible, sa force antagoniste étant à peu près constante, l'attraction croîtra très vite quand l'armature s'approchera de l'électro et ce travail mal réparti se traduira par des chocs violents sur les pôles de l'électro-aimant et sur la vis de butée limitant la course de l'armature.

M. OUMOFF

Professeur à l'Université de Moscou

EXPÉRIENCES DE COURS POUR MONTRER LES DÉFAUTS DES OBJECTIFS ET LES TEXTURES TRÈS FINES

— Séance du 11 août —

On peut réaliser de la façon suivante, dans un cours, l'expérience de Mach pour l'étude des défauts des objectifs, et celle de M. Abbe relative à la définition des détails par un objectif.

1re expérience. — Soit : A une lanterne Dubosq ; B une fente verticale ; C un objectif photographique d'environ 25cm de distance focale. Cet objectif donne en E l'image nette de la fente B.

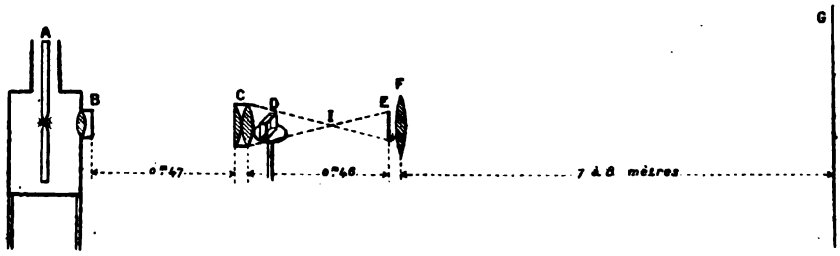


Fig. 1

On place ici un écran *(fig 2.)* avec une ouverture qui est intercep tée par une bande *a* strictement égale à l'image de la fente. L'écran et la bande sont en laiton ; les bords de la bande sont biseautés.

Cette bande intercepte complètement l'image de la fente ; une vis *b* permet de la placer en coïncidence parfaite avec cette image.

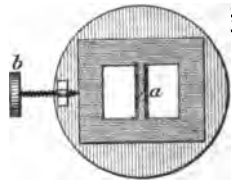


Fig. 2

Tout près de cette bande *a* se trouve une lentille F qui projette sur l'écran G l'image d'une des lentilles de l'objectif C. Au moment où la bande *a* vient à intercepter l'image de la fente, l'image de l'objectif apparait avec tous ses défauts sur un fond sombre. En plaçant tout près de l'objectif C une cuvette D avec de l'eau, si on introduit sur sa surface un courant d'éther sulfurique par exemple, on voit les courants d'éther hors de l'eau et sous sa surface en forme de lignes lumineuses. En plaçant dans l'eau un cristal, suspendu par un fil, on voit des courants et des tourbillons lumineux. De même l'introduction au lieu de la cuvette d'une barre chauffée produit des courants de convection, etc.

2me expérience. — A, B, C restent en place. Dans l'espace entre C et I (l'image des charbons de la lampe), à 10cm environ de C on place sur la petite table un réseau. Ce réseau est formé de fils métalliques très fins. Le contour du réseau à la forme d'un carré de 19mm de côté, et contient, sur une distance de 2,6mm, 16 fils.

En variant un peu la distance de C à B, on reçoit l'image de la fente de 1,5mm sur la face de la lentille F, tournée vers le réseau et qui se trouve maintenant à une distance de 55 cm. environ de l'objectif C. Dans ces conditions la lentille F donne sur l'écran G l'image agrandie et nette du réseau. Sur la face antérieure de F, outre l'image de la

fente, se dessinent les spectres du premier et du second ordre, donnés par le réseau. On a enlevé préalablement dans deux points du réseau quelques fils, de sorte que l'image du réseau se présente sous la forme de la figure 3. En interceptant par une bande de carton l'image de la fente en E, les bandes lumineuses α et β deviennent noires, tandis que l'image du réseau reste claire et présente un réseau très fin. En laissant passer l'image de la fente et interposant deux bandes de carton qui interceptent strictement les premiers spectres, chaque trait de l'image du réseau se dédouble et on a l'image d'un réseau formé d'un nombre double de fils, c'est-à-dire l'image d'un réseau dont les premiers spectres coïncideraient avec les seconds spectres du réseau réel. On varie l'expérience en interceptant les spectres du second ordre ou en déplaçant le réseau. On prouve ainsi que pour voir la forme réelle d'une structure très fine il faut que les spectres du 1er ordre entrent dans l'objectif du microscope.

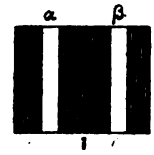


Fig. 3

3. Pour démontrer l'effet de l'immersion sur la limite de la vision, je suis en train de faire l'expérience suivante : On place un réseau à l'un des bouts d'un long tube de verre, dont l'autre bout est fermé hermétiquement par une lame de glace. Le réseau de Nobert est aussi mastiqué au tube, les traits en dehors. Si c'est un réseau métallique, il peut être placé dans l'intérieur du tube, qui doit être fermé à ses deux bouts par des lames de glace. Une ouverture pratiquée dans le tube permet de le remplir de divers liquides. Le tube est rempli d'air et placé sur le trajet de la lumière émanant d'un projecteur qui donne une image nette de la fente sur l'écran. Le réseau coïncide avec l'image du charbon positif de la lampe. On reçoit les spectres sur l'écran. Au bout du tube tourné vers l'écran on place des bandes de papier qui interceptent les spectres. Ces écrans jouent le rôle de l'ouverture de l'objectif d'un microscope. Ainsi, dans ce microscope imaginaire, on ne pourrait pas se rendre compte de la forme du réseau. On remplit maintenant le tube d'eau, et comme les longueurs d'onde sont plus courtes, les spectres du 1er ordre apparaissent de nouveau sur l'écran : c'est ainsi que l'effet de l'immersion est démontré.

Fig. 4

Les démonstrations décrites, autant que je le sais, n'étaient pas faites dans ces dimensions devant un grand auditoire. La seconde se fait en regardant *au microscope* des écrans avec des réseaux. C'est

la « secundäre Abbildung » d'Abbe. On trouve sa description aussi dans « Das Microskop, von Dr. A. Zimmermann, Leipzig, 1895. »

M. A. BROCA

Agrégé à la Faculté de Médecine de Paris

SUR LE ROLE DE L'ANTENNE DANS LA TÉLÉGRAPHIE SANS FILS [538-562]

— Séance du 11 aout —

Nous savons que quand une ondulation électrique se produit à l'origine d'un fil conducteur elle se propage le long de celui-ci en suivant des lois différentes de celles du courant permanent. Le courant électrique est dirigé suivant la génératrice du fil, mais la force électrique est normale au conducteur. La force magnétique lui est tangente. Donc le flux d'énergie calculable par le théorème de Poynting est dirigé perpendiculairement aux deux forces électriques et magnétiques et par conséquent se propage le long du fil.

Une très faible partie de l'énergie est transformée en chaleur de Joule dans la couche de passage entre le diélectrique et le conducteur. Elle est d'autant plus grande que le conducteur est plus fin. Une autre partie de l'énergie est rayonnée; elle est d'autant plus grande que le conducteur est plus gros.

Si maintenant nous considérons un système comportant un long fil, et si, à l'extrémité nous faisons jaillir une étincelle, la perturbation se propagera le long du fil jusqu'à une certaine distance pendant la durée de l'étincelle. Celle-ci cessant, des ondulations de retour à l'équilibre se produiront auxquelles ne prendront part que les parties ayant subi une perturbation. Or M. Poincaré a montré dans son ouvrage « les Ondulations électriques » que la durée de l'étincelle était forcément infiniment petite par rapport à la période des oscillateurs ordinaires de Hertz. Donc, pendant la durée d'une étincelle une perturbation ne pourra se propager qu'à une distance très courte, et la

période de l'ondulation propagée le long du fil n'a aucun rapport avec la période propre du système formé par celui-ci, et considéré comme ayant une certaine capacité et une certaine self-induction. L'ondulation se propagera donc suivant les lois indiquées ci-dessus.

C'est précisément le cas où l'on se trouve dans la télégraphie sans fils. Pour celle-ci, un long fil appelé antenne est en contact par un bout avec une des sphères d'un oscillateur de Righi, dont l'autre est à la terre. Nous devons donc avoir propagation le long de ce fil d'une onde normale au fil, et de période très courte. Tout se passera comme nous l'avons indiqué jusqu'au bout du fil, où se produira ce qui est connu sous le nom de perturbation à l'extrémité du fil. Les lignes de courant seront toutes parallèles à l'axe Ax du conducteur et le flux de Poynting leur sera toujours parallèle. Ceci pourra avoir lieu jusqu'au point B, où l'axe coupe la surface terminale. A ce point, la force électrique sera toujours normale au conducteur. La force magnétique sera indéterminée dans le plan tangent P, puisque la ligne de courant sera indéterminée. Il y aura donc un flux d'énergie dans un plan normal à la force électrique Bx.

On peut exprimer la même idée en disant que le point B sera l'origine d'une onde polarisée parallèlement au plan tangent. La théorie de l'élasticité nous apprend que sur une pareille onde l'énergie n'est pas uniformément répartie, mais qu'elle est proportionnelle au carré du cosinus de l'angle de la direction où on la mesure avec le plan de polarisation. Nous voyons donc que l'antenne donne le moyen d'avoir une onde polarisée, c'est-à-dire donnant une concentration de l'énergie considérable dans le plan de polarisation. C'est une manière d'éviter l'emploi des projecteurs qui, pour les ondes électromagnétiques, deviennent inutiles à cause des phénomènes de diffraction.

L'optique a permis d'observer dernièrement des ondes de cette espèce dans le phénomène de Zeeman, où l'onde qui ne change pas de période sous l'action du champ magnétique et qui est polarisée perpendiculairement à celle-ci, ne se propage pas normalement à son plan de polarisation. Ce sont des ondes de cette espèce qu'utilise la télégraphie sans fils.

M. Philippe de BROCA

Ancien Officier de Marine

DESCRIPTION D'UN OBJECTIF ACHROMATIQUE DE MICROSCOPE, DIT A FRONTALE CONJUGUÉE ET A LENTILLE POSTÉRIEURE BI-ACHROMATIQUE [535-82]

— Séance du 11 aout —

Le nouvel objectif dont j'ai l'honneur de communiquer la description à la Section de Physique et pour lequel je réclame toute son indulgence, consiste essentiellement dans une modification des objectifs achromatiques, actuellement en usage, qui me paraît, dans certains cas, les rendre plus commodes pour diverses recherches micrographiques ainsi que pour l'examen, avec les forts grossissements des objets opaques, éclairés à la loupe. Loin de moi la pensée de chercher en quoi que ce soit, à rivaliser avec les admirables objectifs construits aujourd'hui en France et à l'Etranger par d'éminents opticiens, objectifs dont la perfection, comme lumière et grossissement, est poussée si loin qu'elle semble défier toute amélioration nouvelle. Ce que j'ai eu seulement en vue dans mes travaux, c'est de construire un objectif, pour un but déterminé, c'est-à-dire pour des observations n'exigeant pas un grossissement dépassant 500 diamètres avec l'emploi de l'oculaire n° 3. C'est là en effet le maximum des grossissements utilisés en général par les laboratoires municipaux dans leurs analyses de toute nature, l'examen des denrées alimentaires et la recherche des falsifications dont peuvent être l'objet : farine, fécule, poivre, café, chocolat, lait, beurre etc... sans parler des matières textiles telles que le chanvre, coton, laine, poils d'animaux et toutes choses, qui, en général, s'observent au microscope, immergées dans des liquides : eau, huile, glycérine ou autre.

Or, c'est précisément en vue de cette immersion que j'ai construit divers objectifs de mon système avec des lentilles achromatiques d'occasion que je me suis procurées à Paris ou qui m'ont été cédées, je devrais dire données, par de savants ingénieurs constructeurs de

microscope, Messieurs Hartnack, Prazmowski et Bezu avec qui j'ai entretenu de cordiales relations.

Ces différents spécimens que j'ai pu mettre sous les yeux de la Section, sont tous composés d'une frontale associée à rebours à la deuxième lentille sur laquelle elle est collée au baume de Canada par sa partie plane, formant corps avec elle et la surmontant de toute son épaisseur; cette frontale dite conjuguée remplace ainsi la première et la deuxième limite, ce qui fait qu'en somme, mon objectif ordinaire dont la frontale au lieu d'être fixée dans une monture indépendante, sa face plane en avant, est collée sur la seconde lentille de façon à présenter sa convexité à l'extérieur.

Il résulte de cette disposition un objectif n'ayant plus (dans les objectifs à trois lentilles) que quatre surfaces refléchissantes au lieu de six qu'il avait auparavant, d'où moins de déperdition de lumière et par conséquent possibilité de compenser avec des oculaires plus forts, la perte des grossissements, occasionnée par la conjugaison de la frontale. Enfin grâce à la saillie de cette frontale en avant de l'objectif, il est plus facile, dans les forts grossissements notamment, d'éclairer les objets opaques au moyen d'une loupe, que dans les objectifs ordinaires de même puissance, à cause de leur faible distance frontale.

Avec mon système cette distance est augmentée de toute l'épaisseur de la lentille extérieure; j'ajouterai que par sa forme, généralement en demi-boule, la frontale concourt, elle-même, à l'éclairage des objets à examiner, une partie des rayons lumineux concentrés par la loupe frappant obliquement sa surface se réfléchissant vers les objets.

Les objectifs à frontale conjuguée, quelle que soit d'ailleurs leur puissance, sont calculés pour fonctionner au besoin à immersion à l'eau soit qu'on les emploie en recouvrant les objets d'une lamelle de verre, soit qu'on s'en serve directement dans le liquide sans interposition aucune de lame de verre mince.

Ils doivent donc être à court foyer même ceux dont la puissance ne dépasse pas les plus bas numéros des objectifs en usage. Suivant cas et les effets qu'on désire obtenir, la frontale conjuguée est née de deux lentilles achromatiques, la plus puissante en avant d'une lentille achromatique et d'une lentille simple en crown, iéralement en demi-boule, comme cela a lieu dans les objectifs à nde puissance.

'emploi d'une demi-boule en crown est si avantageux pour plonger ıs les liquides et examiner les matières qu'ils contiennent que j'ai

adopté cette forme dans tous les spécimens de mon système. Dans la pratique, la lentille extérieure de la frontale conjuguée, doit être recouverte d'un chapeau se vissant sur la monture inférieure et ayant à son centre une petite ouverture venant en affleurer le sommet de manière à la préserver de tout choc et l'assujetir en même temps. Ce chapeau sert en outre à centrer l'une sur l'autre pendant le collage, les deux lentilles formant la frontale conjuguée.

Jusqu'à présent, les différents objectifs que j'ai pu établir avec les faibles moyens que j'ai à ma disposition, sont composés d'une frontale conjuguée et d'une ou deux lentilles ordinaires postérieures, suivant qu'il s'agit d'un objectif à trois ou à quatre lentilles ; dans le brevet que j'ai sollicité du gouvernement, j'ai prévu le cas où je pourrai remplacer ces lentilles par une lentille unique dite bi-achromatique composée de différentes manières décrites dans ma demande.

Ces manières sont les suivantes :

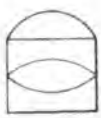


Fig. 1

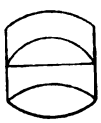


Fig. 2

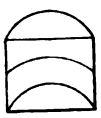


Fig. 3

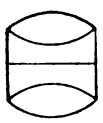


Fig. 4

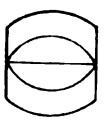


Fig. 5

Nota : Les figures ne sont pas à l'échelle. Elles sont faites seulement pour montrer la disposition des lentilles bi-achromatiques.

1° On prend une lentille plan convexe en crown de diamètre et de puissance voulus ; on l'achromatise du côté plan par une lentille plan concave en flint faisant corps avec elle et dans la partie concave du flint, on colle au baume du Canada une lentille achromatique ordinaire d'égale diamètre et de même courbure extérieure ; on obtient ainsi la lentille bi-achromatique n° 1.

2° Le second moyen de construire la lentille bi-achromatique consiste à prendre la lentille plan convexe précédente et à l'achromatiser du côté convexe par un ménisque concave convexe et à la coller sur la partie plane d'une lentille achromatique ordinaire ; on obtient par là, la lentille bi-achromatique n° 2.

3° Le troisième moyen, consiste à combiner la lentille plan convexe achromatisée du côté plan avec une lentille également plan convexe achromatisée du côté convexe. Ces deux lentilles doivent avoir les mêmes courbures sphériques de façon à pouvoir être collées l'une sur l'autre.

4° On peut établir la lentille bi-achromatique, au moyen de deux lentilles ordinaires qu'on réunit par leur partie plane à l'aide du baume

de Canada ; elles peuvent être du même diamètre et de même puissance optique ou bien de grandeur et de grossissement différents.

5° Enfin on peut encore former la lentille bi-achromatique au moyen de deux lentilles plan convexe achromatisées du côté convexe et collées ensemble par leur partie plane ; on a ainsi une sorte de petite loupe Steinheil pouvant servir de verre postérieur dans les objectifs des microscopes simples.

Telle est dans son ensemble l'invention que j'ai l'honneur de communiquer au Congrès, m'illusionnant sans doute sur sa valeur et les avantages qu'en pourront retirer les micrographes ; néanmoins je crois bon de la faire connaître, ne serait-ce que pour témoigner de mon ardent désir de me rendre encore utile.

En 1875, au Congrès de Nantes, alors que je dirigeais la capitainerie du Port, je fis à l'Association pour l'avancement des Sciences deux communications qui furent accueillis avec une extrême bienveillance l'une sur un bateau de sauvetage inchavirable et l'autre, sur un double guidon de pointage des bouches à feu, inventé par moi pendant notre douloureuse guerre avec la Prusse et qui a été appliqué depuis à toutes les pièces de campagne et de siège de l'artillerie de terre.

Qu'il me soit permis de rappeler au sujet de ces communications que la Société eût la bienveillance de m'allouer une gratification de trois cents francs pour m'aider dans mes recherches. Cette gratification, je le dis hautement, fut pour moi un puissant stimulant et quelques années plus tard, je pus fournir au département de la guerre une lunette de tir réalisant en même temps dans le champ de vision de l'instrument, la vue des objets éloignés et celle d'un objet rapproché, tel, par exemple le guidon des bouches à feu.

Cette invention me valut une indemnité, je n'ose le dire une récompense, de vingt mille francs de la part du département de la guerre.

La générosité de la Société m'avait donc porté bonheur et c'est pour moi une vive satisfaction de cœur que de pouvoir lui en témoigner de nouveau toute ma gratitude.

Maintenant, pour ce qui est de ma nouvelle invention d'objectif à frontale conjuguée, je dois dire qu'elle n'est encore qu'à son début et qu'elle n'a point passé par le contrôle éclairé des spécialistes et des constructeurs de microscopes. Dès que je le pourrai, je la soumettrai à leurs appréciations ; mais malheureusement âgé de 76 ans, paralysé en partie, ne pouvant plus écrire et les mains me faisant de plus en plus défaut, il me faut une grande force de volonté pour pouvoir accomplir le moindre travail, surtout un travail aussi minutieux que les combinaisons de verres d'optique.

Mes objectifs laissent certainement à désirer comme achromatisme et régularité des images ; mais néanmoins ils sont suffisants pour de bonnes observations et montrer ce que l'on peut faire dans ce système.

Entre les mains d'hommes du métier tous ces défauts disparaîtront facilement et l'on pourra alors les juger en connaissance de cause. Si contre mon sentiment, ils ne présentent aucun avantage, même dans les cas spéciaux mentionnés dans cette notice, on en fera bonne justice et tout sera dit.

Je ne m'en affligerai pas d'ailleurs outre mesure, par la raison que les recherches et le travail occasionnés par cette invention m'ayant procuré de journalières et intéressantes distractions, j'ai été par cela même préservé des dangers de l'ennui, ce mal terrible des vieillards impotents.

M. BLONDEL

Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, à Paris

SUR LA THÉORIE DES ANTENNES DANS LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

[538-562]

— Séance du 11 aout —

On remarquera d abord qu'il est difficile d'expliquer par un simple effet de propagation ordinaire d'ondes hertziennes sphériques à partir de l'oscillateur où jaillit l'étincelle, considérée comme centre d'ébranlement, l'énorme accroissement de portée réalisé par l'emploi des antennes avec mise à la terre. Ces antennes ne devraient pas, en effet, modifier sensiblement les effets des ondes émises par l'oscillateur, puisque leur vitesse est la même dans l'air et le long des fils et que la réflexion au sommet de l'antenne n'est qu'un effet local. Il faut donc attribuer l'effet principal à un système oscillant autre que les boules de l'oscillateur et dans lequel la capacité de l'antenne d'émission par rapport à la terre intervient.

Cette antenne et la terre jouent le rôle de deux armateurs de condensateur, et l'on conçoit que ce condensateur chargé par la bobine au moment où se rompt le courant primaire devienne le siège d'une

décharge oscillante. Grâce à la disposition des lignes de force qui forment un éventail autour de l'antenne, les courants de déplacement se trouvent concentrés entre l'antenne et la surface du sol, tandis que l'énergie des ondes hertziennes produites par eux autour de l'antenne va se répandre dans tout l'espace. Les oscillations qui se propagent le long de l'antenne pendant la décharge oscillante, ne sont pas les ondes utilisées, mais elles leur donnent naissance en produisant l'ébranlement de l'éther environnant.

Le rayonnement de l'antenne et de la terre, sièges des courants superficiels, étant extrêmement intense, il ne saurait se produire qu'un très petit nombre d'oscillations, très vite amorties, probablement même une seule, ce qui expliquerait que l'on n'a pu jusqu'ici constater de résonnance nette entre les deux antennes.

Le rôle important de la capacité de l'antenne génératrice par rapport à la terre semble bien mis en évidence par les faits d'expérience suivants, aujourd'hui connus de ceux qui ont pratiqué cette question :

1° La portée réalisée avec l'oscillateur seul, ou l'oscillateur relié à l'antenne seule est tout à fait insignifiante à côté de celle qu'on obtient en reliant l'autre pôle de l'oscillateur à la terre.

2° La portée ne dépend sensiblement que de l'antenne et non de l'oscillateur ; car, avec des oscillateurs de forme très différente, on obtient les mêmes résultats, tandis que la portée change avec la hauteur de l'antenne.

3° Le caractère de l'étincelle de l'oscillateur change dès qu'on met l'oscillateur à la terre : de longue et grêle, elle devient courte et nourrie.

Il semble donc bien que la capacité de l'antenne génératrice par rapport à la terre détermine la longueur d'onde des oscillations ; celle-ci est par conséquent assez longue, par rapport à la hauteur de l'antenne, et on pourra admettre, comme première approximation, que le courant électrique oscillant est sensiblement le même tout le long de l'antenne comme dans les tiges d'un oscillateur de Hertz.

Cela posé, il est facile de voir que le rôle de l'antenne d'émission est double :

I. — D'une part, elle règle l'intensité du centre d'ébranlement, en ıgmentant le volume d'éther ébranlé per l'oscillateur. En effet, les nes de force électrique, se déplaçant avec la même rapidité dans ıir et le long des fils, et aboutissant toujours normalement aux conrteurs, suivant des propriétés connues des oscillations électriques, ivent avoir ici la forme de nappes demi-sphériques, divergeant des vers points de l'antenne pour aboutir normalement au sol conducır, comme des baleines de parapluie, autour de l'oscillateur comme

centre. A chaque décharge elles brassent l'éther environnant comme des demi-sphères pulsantes de Bjerkness. Plus l'antenne est haute, plus la sphère pulsante est grande, plus le volume d'éther ébranlé est considérable, plus le centre d'ébranlement produit d'effets sensibles à grande distance. On peut donc dire que l'antenne détermine le volume d'ébranlement à la station d'émission des signaux.

2. — D'autre part, l'antenne dirige l'action des ondes produites par l'ébranlement en orientant leurs lignes de force magnétiques, de la façon la plus favorable pour impressionner le cohéreur. En effet, les lignes électriques oscillantes le long de l'antenne, formant parasol de révolution, donnent naissance à des lignes de force magnétiques ayant la forme de cercles horizontaux, concentriques à l'antenne et qui se propagent en se dilatant horizontalement. Ces lignes rencontrant normalement l'antenne réceptrice placée au voisinage du sol, y déterminent la production de forces électromotrices toutes verticales, comme l'antenne, et dont les actions concordantes s'ajoutent dans celle-ci pour impressionner le cohéreur placé à la base de l'antenne.

Cet effet favorable ne se produirait pas si les deux antennes n'étaient pas parallèles.

On peut, il est vrai, placer les antennes parallèlement sans qu'elles soient verticales ; par exemple, on peut disposer à la station réceptrice un long fil horizontal isolé, coupé en son milieu par un oscillateur, comme un excitateur de Herz ; et de même à la station réceptrice un fil horizontal coupé en son milieu par le cohéreur. Le problème est alors identique à celui d'un oscillateur de Hertz agissant sur un résonateur rectiligne de Joubert. Le volume d'ébranlement est encore déterminé par la longueur de l'antenne.

Mais la présence du sol vient jeter un effet perturbateur gênant ; car les lignes de force magnétiques, au lieu d'être parallèles au sol, le coupent presque normalement pendant leur propagation et y produisent des courants parallèles à la surface, qui doivent entraîner de grandes pertes d'énergie dans ce conducteur médiocre et affaiblir rapidement les ondes. Les antennes *verticales* sont donc bien préférables.

Il est du reste facile de ramener ce problème à celui de l'oscillateur de Hertz. Supposons en effet que la terre, qui ici joue le rôle d'un conducteur le long duquel glissent normalement les ondes, au lieu d'être un conducteur médiocre, soit un conducteur parfait ; on pourra, sans changer les conditions de propagation, le remplacer fictivement par un mince disque (ou calotte) d'un métal parfaitement conducteur.

Les ondes hertziennes, quelle qu'en soit la forme, que nous n'avons

pas besoin d'analyser, donneront lieu à des courants électriques superficiels dans le fil formant l'antenne et à la surface supérieure du disque.

Imaginons[1] qu'on forme l'*image* de l'antenne d'émission par rapport à ce disque et qu'on adapte à cette antenne-image un oscillateur semblable au premier avec une *f. e. m* synchronique égale et opposée à celle de l'antenne réelle.

Il se produira à la surface inférieure du disque des courants superficiels qui annuleront constamment, en tout point de l'espace, l'action de ceux de la surface supérieure auxquels ils sont égaux et opposés. Tout se passera donc comme si le disque, ou la terre, n'existait pas et comme s'il n'y avait que les 2 antennes opposées, dont la réunion constitue précisément un oscillateur de Hertz. D'où la conclusion *que l'ensemble de l'antenne et de la terre, supposée conducteur parfait, est équivalent à la moitié d'un excitateur de Hertz, de longueur et de potentiel doubles.*

Le même raisonnement montre aussi que *l'ensemble de l'antenne réceptrice et de la terre est équivalent à un résonateur rectiligne de longueur double, au milieu duquel serait intercalé le cohéreur.*

En traitant l'excitateur de Hertz comme M. Poincaré[2] c'est-à-dire en admettant que sa longueur est assez courte pour que le courant y soit sensiblement uniforme et en appliquant d'autre part, comme M. Blondlot[3], la formule de Newmann pour l'induction mutuelle des courants oscillatoires, le courant induit dans l'antenne réceptrice est simplement proportionnel au coefficient d'induction mutuelle M des deux antennes et à la variation du courant *di* de l'antenne réceptrice.

Sans recourir à la considération des images, on voit que les courants à la surface du sol n'ont pas part à cette induction mutuelle, puisqu'ils sont perpendiculaires à l'antenne réceptrice.

On peut donc écrire en définitive que l'effet produit sur l'antenne réceptrice est de la forme $\frac{H\,H'}{r}\,\frac{di}{dt}$,

en appelant H et H′ les hauteurs des antennes et r leur distance.

L'expérience semble confirmer cette loi *approximative* de la proportionalité au produit des hauteurs. Mais il ne faut pas oublier que terme $\frac{di}{dt}$ dépend lui-même de la période et du courant, c'est-à-

1. Cette idée m'a été suggérée par une remarque de M. Poincaré.
2. « Oscillations électriques », p. 44-50.
3. Ibid., p. 66.

dire des propriétés de l'antenne génératrice, ce qui complique forcément davantage les résultats expérimentaux ; car, tout accroissement de la longueur de cette antenne en accroît la capacité et diminue la rapidité des oscillations, en même temps que le potentiel aux bornes de la bobine de Rhumkorff.

La théorie qui précède n'est qu'approximative en ce qu'elle néglige l'absorption d'énergie par la terre, qui est loin d'être le conducteur parfait que l'on a supposé. Mais il est facile de comprendre que cette perte doit simplement entraîner un affaiblissement de l'onde au voisinage de la terre, affaiblissement d'autant plus fort que la terre est moins conductrice. Cela explique pourquoi la portée relevée est moindre en rase campagne qu'à la surface de la mer.

M. BLONDEL

Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, à Paris

QUELQUES REMARQUES ET EXPÉRIENCES SUR LES COHÉREURS

[358-562]

— Séance du 11 août —

Introduction. — Depuis que M. Marconi a fait connaître ses dispositifs de télégraphie sans fil, de nombreuses réclamations de priorité ont été soulevées naturellement. On peut, et c'est mon avis, penser que les antériorités connues[1] empêchaient ces dispositifs d'être brevetables comme invention nouvelle ; mais en se plaçant sur le terrain purement scientifique, le seul qui m'intéresse ici, il serait absolument injuste de chercher à annuler le mérite des superbes résultats obtenus par ce jeune homme et la sagacité qui a présidé à ses recherches.

L'un des perfectionnements les plus intéressants qu'on lui doit, et que le public n'a pas paru apprécier à sa juste valeur, si l'on en juge par la facilité avec laquelle on lui a fait croire que d'autres types

1. Le principe du cohéreur est de Branly, le récepteur automatique de Lodge et de Popoff, l'antenne de Popoff, le trembleur de bobine de d'Arsonval, l'oscillateur de Righi, etc. En ce qui concerne les antennes, je montre d'ailleurs dans une autre note, qu'elles sont en réalité de simples excitateurs de Hertz ou de simples résonateurs de Joubert, coupés en deux par le milieu.

étaient aussi parfaits, est la réalisation d'un cohéreur à la fois très sensible et très facilement décohérable. C'est avec raison qu'on fait remonter à M. Branly le mérite de la découverte du principe des cohéreurs[1], à savoir l'apparition de la conductibilité électrique dans une colonne de limaille cylindrique comprise entre 2 électrodes sur l'influence des ondes électriques produites au voisinage par une décharge statique ou une étincelle derupture. Mais les tubes à limaille de M. Branly ou de ses imitateurs Lodge, Popoff, etc., étaient, je crois, peu sensibles[2] en comparaison des types actuels.

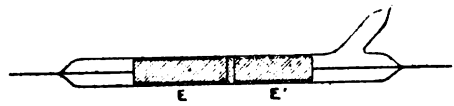


Fig. 1. — *Dispositif Marconi.*

Qualités du tube Marconi. — Le tube de Marconi doit ses qualités à la quantité extrêmement petite de limaille employée, au choix particulier de cette limaille et à des précautions minutieuses de fabrication; il consiste en un tube en verre de 2, 5 à 3 m/m de diamètre intérieur, contenant 2 électrodes en argent entrant à frottement et laissant entre elles un intervalle de 1/2 à 3/4 de millimètre que l'on remplit incomplètement de limaille de nickel avec 4 0/0 d'argent, pas trop fine, et qui n'est pas serrée entre les électrodes. J'ai constaté que la sensibilité est moindre quand on accroît la quantité de limaille et que le tube se décohère moins facilement. Avec un tube de 3 mm. de diamètre un très léger choc, produit en frappant avec un crayon par exemple, suffit à faire disparaître la conductibilité précédemment établie; aussitôt qu'on augmente le diamètre on reconnaît la nécessité des chocs beaucoup plus forts; pour un tube de 5 mm., un crayon est presque insuffisant. L'utilité de réduire la masse du tube et l'épaisseur de la couche de limaille au minimum est ainsi évidente.

La sensibilité de ces tubes, grâce à la faible quantité de limaille mise en jeu, et qui ne forme guère qu'une couche de l'épaisseur de $\frac{1}{2}$ à 1 mm., est beaucoup plus grande et beaucoup plus facile à analyser, je crois, qu'avec les tubes primitifs de M. Branly où une grande masse de limaille était serrée entre deux électrodes. J'en vois la preuve dans le fait que, d'après cet auteur, les métaux présentaient ıs sensiblement les mêmes effets, tandis que dans le tube Marconi

M. Branly a proposé le nom de radio-conducteurs, mais je préfère ici celui de ·reur dû à Lodge, qui me paraît plus parlant en même temps que plus court.

. Je parle de ceux qu'ils ont décrits dans leurs publications :

ranly, Lumière Electrique, 16 mai 1892;

odge, Société Royale 1894;

opoff, Société physico-chimique russe 1896.

le choix du métal et le mode de fabrication de limaille jouent un rôle important.

M. Marconi est arrivé après des études dont il n'a pas donné le détail, se préoccupant, semble-t-il, surtout du résultat financier de ses travaux, à préconiser l'emploi d'un mélange de nickel pur avec 4 0/0 d'argent en recommandant d'éviter l'oxydation sous l'influence de l'humidité et de préparer la limaille juste avant l'emploi.

L'expérience montre le bien fondé de cette recommandation et on peut dire que la sensibilité très grande est très vite perdue dès que les précautions ne sont pas observées, par exemple dès qu'on ne se met pas soigneusement à l'abri de l'humidité.

Un tube Marconi bien fait cohère à 1 m. une sonnerie d'appartement ordinaire, de 5 à 6 ohms, alimentée par un seul élément Leclanché.

Comparaison des métaux. — A défaut de toute publication antérieure sur la sensibilité relative des divers métaux, je me suis proposé de faire quelques comparaisons à ce point de vue.

Pour examiner les propriétés des limailles, j'emploi un *tube d'essai* construit par M. Pellin, sur mon indication, dont le maniement est très commode. C'est un tube de verre de 3 mm. de diamètre intérieur, muni de 2 électrodes à bouts de platine dont les tiges sont fermées dans deux douilles vissées sur le tube et dont une munie d'une vis de rappel et d'un ressort antagoniste. C'est une simple variante de *tube Branly*.

Fig. 2. — *Tube d'essai (d'après M. Branly).*

On nettoie le tube et les électrodes à l'alcool et on les sèche avec soin. Puis on visse la douille de gauche portant l'électrode fixe ; on place le tube verticalement et on y introduit une petite quantité de limaille ; puis on visse la douille de droite portant l'électrode mobile et on la laisse presser contre la limaille. Au moyen des 2 bornes que portent les douilles on intercale le tube toujours vertical dans le circuit d'un élément Leclanché en série avec une résistance de 1000 ohms et un milliampéremètre sensible.

Tant que l'électrode presse contre la limaille, celle-ci ne présente qu'une résistance négligeable et il donne un courant d'environ 15 milliampères. On desserre doucement jusqu'à ce que le courant cesse de passer, puis on place le tube horizontalement et il est réglé ainsi à sa sensibilité maxima.

Pour comparer diverses limailles, il suffit de rechercher la distance

à laquelle un petit oscillateur alimenté par une petite bobine et un accumulateur doit être écarté pour que les oscillations cessent d'agir sur le tube[1].

En essayant plusieurs métaux différents dans ce tube *entre électrodes en platine bien propres*, je trouve qu'on peut les distinguer en *deux classes* différentes :

1° Ceux dont les limailles sous faible épaisseur laissent toujours passer le courant ; ce sont tous les *métaux inoxydables* à l'air, argent, or, platine, etc.

2° Ceux qui lui opposent une résistance très grande à l'état naturel et presque nulle sous l'effet des ondes hertziennes ou des décharges ; ce sont les métaux *légèrement oxydables*, employés suffisamment frais, tels que le fer, cuivre, nickel, chrome, aluminium, etc.

Pour ces métaux eux-mêmes ce serait une erreur de croire que la sensibilité est la même. En comparant par exemple la limaille de nickel à la limaille d'aluminium préconisée par certains constructeurs, je trouve que la première est 3 ou 4 fois plus sensible que la seconde, c'est-à-dire qu'on peut éloigner le tube près de 2 fois plus de la source d'étincelles sans cesser de produire la cohérence. La différence est encore plus marquée avec des limailles anciennes exposées un certain temps à l'influence de l'air.

Cette dernière influence diminue la sensibilité de toutes les limailles de la seconde catégorie d'une façon très nette. En gardant pendant plusieurs mois un tube scellé et de la limaille semblable aérée dont on fait ensuite un tube, on constate aisément la différence ; celle-ci est particulièrement forte avec l'aluminium qui devient très mauvais au bout d'un certain temps.

Ces remarques expérimentale permettent de conclure que la propriété de certains métaux de fournir de bonnes limailles de cohéreurs doit provenir d'une oxydation superficielle limitée à une très petite épaisseur et non absolument isolante[2], qui sous l'influence d'une très faible différence le potentiel se perce et se remplit d'un tube métallique infiniment fin, suivant les idées de Lodge.

On n'avait pas reconnu autrefois cette influence capitale de la nature de l'oxyde, faute d'opérer avec des tubes assez sensibles.

Le nickel, qui est le meilleur des métaux simples à ce point de vue, ait présenter une couche superficielle d'oxydation plus mince ou plus

. Il faut avoir soin, comme l'a dit M. Branly, de ne rien changer au circuit du e ou moins de le séparer du circuit pendant qu'il reçoit l'effet des ondes.

.. La preuve en est qu'en serrant les électrodes du tube contre la limaille, celle-ci sse passer le courant.

conductrice que les autres métaux ; les propriétés défavorables de l'aluminium s'expliquent d'elles-mêmes par le caractère isolant de l'alumine même sous une faible épaisseur. L'action prolongée de l'air, surtout en présence de l'humidité, épaissit trop la courbe d'oxyde et le rend plus difficile à rompre. On la réduit au contraire en faisant le vide.

Il est donc absolument nécessaire pour des applications sérieuses (c'est-à-dire autres que des expériences de cours, ou la construction de jouets) d'éviter l'oxydation, soit en scellant les tubes après les avoir désséchés, soit mieux encore en y faisant le vide courant comme l'a indiqué M. Lodge dès 1894.

Pour vérifier cette manière de voir, j'ai fait l'expérience suivante : au lieu d'un corps oxydable, je prends de la limaille d'argent, parfaitement conductrice dans ces conditions, puis je la sulfure plus ou moins par des lavages plus ou moins prolongés dans une solution d'acide sulfhydrique et je l'essaye après l'avoir bien séchée. Tant que la couche sulfurée est très faible, la limaille reste conductrice (le sulfure d'argent étant un peu conducteur) ; au contraire si la sulfuration est profonde, la limaille devient pratiquement non conductrice, mais a peu près insensible aux décharges ; entre ces deux états extrêmes on réalise des degrés intermédiaires de sensibilité.

Au point de vue pratique la limaille d'argent sulfurée pourrait donc être employée pour la fabrication des cohéreurs, mais elle est trop peu régulière. L'argent pur présente d'ailleurs trop peu de dureté pour donner des grains de limaille de forme aussi avantageuse que les grains de limaille de nickel, et j'ai toujours trouvé avantage à le remplacer par de l'argent monnayé à 15 0/0 de cuivre en mettant 5 à 6 0/0 de cette limaille au lieu de 4 0/0 dans le nickel.

Cohéreurs inverses. — Du moment que les propriétés utiles des bonnes limailles sont attribuables à une oxydation superficielle, il est tout naturel d'essayer d'*inverser* les deux termes du cohéreur, en employant une *limaille non oxydable* d'argent, or ou platine, entre des électrodes *oxydables*, au lieu des électrodes de platine qui servaient dans les expériences précédentes.

Avec la résistance de 1000 ohms en circuit (représentant la résistance du relai), les résultats sont négatifs avec ces électrodes, notamment avec le nickel poli, mais ils deviennent assez satisfaisants si l'on oxyde le nickel, ou si l'on réduit la résistance en circuit en même temps que la force électromotrice de la pile. On obtient ainsi des cohéreurs pouvant fonctionner comme les autres. Mais ils m'ont paru moins réguliers qu'avec le type Marconi. D'ailleurs, ils doivent s'user

plus vite, par destruction de la couche d'oxyde des électrodes. Il en est de même du cohéreur de Lodge formé d'une aiguille d'acier reposant par la pointe sur un disque de métal ; tant que le métal est frais, la résistance de passage est trop faible ; elle devient convenable si on oxyde le métal, ou diminue le f. e. m. de la pile. L'effet de cohérence est alors très net, mais il paraît moins régulier qu'avec le tube ordinaire.

Pour tous ces motifs, il me paraît sage de conserver au moins provisoirement le cohéreur à limaille, avec électrodes inoxydables, en le perfectionnant, s'il y a lieu.

Emploi d'alliages spéciaux. — On est amené ainsi à songer à employer non pas des métaux purs ou des mélange de limaille comme Marconi, mais des alliages formés d'un métal oxydable et d'un métal inoxydable, dont on peut doser la proportion de façon à réaliser pour l'alliage le degré d'oxydabilité le plus commode. Les alliages d'argent avec le nickel ou le cuivre donnent de bons résultats [1]. En réduisant beaucoup la proportion du métal oxydable on obtient même des alliages qui ne s'oxydent qu'en les chauffant; par exemple l'alliage monétaire à 10 0/0 ou un alliage plus pauvre en cuivre. On est alors maître de l'oxydation et on peut l'arrêter avec sûreté au degré voulu sans crainte qu'elle continue sous l'action de l'air à froid. La fabrication des cohéreurs n'exige plus alors de précautions spéciales et devient plus facile. On réalise des tubes sensibles à 3m00 de la sonnerie définie plus haut.

Nouveau mode d'exécution des tubes. — L'emploi des alliages dont je viens de parler, qui sort de la spécification de Marconi, constitue, je crois, un premier perfectionnement pratique. J'ai été conduit à modifier également la forme et l'exécution du tube lui-même, et à ce propos je dois dire quelques mots de cette question du tube.

Il est *indispensable* avec le nickel et il me paraît utile même avec les alliages riches en argent ou en métaux inoxydable d'employer des tubes fermés pour éviter toute action ultérieure du gaz de l'atmosphère. Il faut les employer aussi en verre pour être sûr de leur propreté absolue et pour pouvoir facilement régler l'écart des électrodes.

Mais on se trouve alors en présence de deux difficultés : difficulté de régler exactement proportion entre l'écart des ctrodes et la quantité de aille introduite ; difficulté mployer des limailles fines

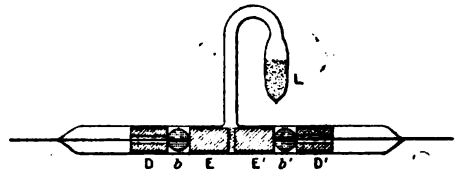


FIG. 3
Dispositif de l'auteur (b et D facultatifs).

. Par exemple les monnaies de nickel suisse et américaine, la monnaie d'argent se, le fer chromé, etc.

et sensibles, parce que le verre étant toujours plus ou moins ovalisé, la limaille filtre entre le verre et l'électrode.

Pour éviter ces inconvénients, j'emploie un tube de verre portant un second tube soudé perpendiculairement en son milieu au droit de la fente entre les électrodes et recourbé de façon à former une poche E dans laquelle on enferme une petite quantité de limaille. Ce tube sert aussi à faire le vide avant de fermer le cohéreur. En inclinant le tube on peut faire passer une quantité variable de limaille dans l'espace contenu entre les électrodes et régler ainsi à volonté la sensibilité et la bonne décohération du système. S'il y a fuite de limaille le long des électrodes, on la remplace par de la limaille prise dans la poche. De même, lorsque la limaille utile est fatiguée par un usage prolongé, on la ramène dans la poche où on la mélange avec le reste, puis on la remet en place. De cette façon un tube peut servir presque indéfiniment et toujours être ramené aux meilleures conditions de fonctionnement, ce qui n'a pas lieu pour le tube Marconi.

Je peux, d'autre part, éviter la fuite des limailles très fines le long des électrodes EE′ fixées aux fils de platine en plaçant en arrière des bouchons en liège ou mieux deux boules *bb′* d'amalgame de dentiste ou amalgame analogue, introduites à l'état pâteux, qui se moulent sur le verre sous la pression des tampons DD′ et se solidifient au bout de quelques heures.

Conclusions. — En résumé, le tube Marconi, sans mettre en œuvre de principe nouveau, présente, je crois, sur les cohéreurs construits antérieurement une supériorité de sensibilité et de précision ; mais la construction en est peu commode et demande bien des précautions pour éviter une oxydation intempestive de la limaille de nickel ; le tube ne se règle pas une fois terminé et la vie en est courte.

Les cohéreurs inversés ne paraissent pas avoir d'avantages.

Les dispositifs nouveaux que je viens d'indiquer sont d'un emploi beaucoup plus facile, grâce à l'inoxydabilité relative des alliages employés pour faire la limaille, à l'inaltérabilité des bouts des électrodes en platine, à l'étanchéité des tampons placés derrière les électrodes et surtout au mode d'introduction et à la mise en réserve de la limaille, qui rend le tube toujours facile à régler et à remettre en bon état de fonctionnement. D'où le nom de « tube régénérable » qui me paraît pouvoir lui être donné[1].

1. J'ai été assisté dans ce travail par MM. Duris et Dobkévitch, anciens élèves du Laboratoire central d'électricité. Ce dernier a exécuté avec une grande habileté sous ma direction les tubes perfectionnés à alliages que je viens de décrire.

Dans un prochain travail, je compléterai les indications précédentes par des indications quantitatives, où je ferai intervenir la f. e. m. de la pile et la résistance du circuit.

M. A. BLONDEL

Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, à Paris

SUR UNE NOUVELLE LAMPE-ÉTALON REPRODUISANT L'UNITÉ HEFNER [535-241]

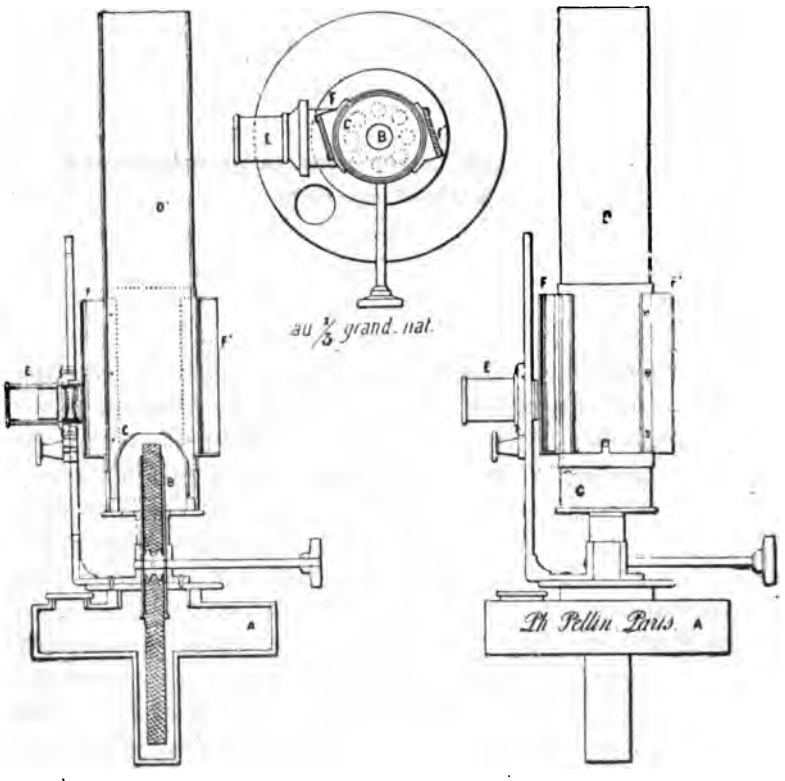
— Séance du 11 août —

But de l'appareil. — Comme on le sait, le Congrès des Electriciens de Genève, en 1896, tout en adoptant le système d'unités photométriques que j'avais proposé, avec la bougie décimale (1/20 de violle) comme base, a décidé que cette bougie serait supposée représentée pratiquement par l'intensité de la lampe Hefner à l'acétate d'amyle. Grâce à cette concession à nos confrères allemands et à l'appui éclairé du savant ingénieur V. Hefner Alteneck, le nouveau système d'unités a pu être adopté par les Associations générales de gaziers et d'électriciens allemands, et son usage est aujourd'hui officiel en Allemagne ; il est aussi accepté sur le reste du continent par les électriciens, et il tend à pénétrer aux Etats-Unis, grâce à l'adoption de l'unité Hefner par l' « American Institute of Electrical Engineers. »

En France cependant, l'unité Hefner a rencontré jusqu'ici peu de faveur, par suite de la vieille habitude qu'ont les gaziers, et même les électriciens, de la lampe Carcel étudiée par Regnault et Dumas. Mais outre que le réglage de la Carcel est une opération des plus minutieuses fastidieuses, il est très difficile de maintenir l'intensité à la même leur pendant longtemps, par suite de la carbonisation de la mèche : résulte d'une très intéressante étude de M. F. Laporte sur les étalons[1] de la Carcel, sauf entre des mains tout à fait expérimentées, offre de

[1] *Étude sur les Étalons photométriques usuels*, par M. F. Laporte. — *Société internationale des Électriciens*, mai 1898, n° 148.

très grandes causes d'erreurs, par suite de la multiplicité des réglages nécessaires, et de la rapide altération de l'atmosphère de la salle par les gaz de la combustion. Ces inconvénients sont fort réduits par l'emploi des étalons du genre Hefner, à faible consommation, et qui n'exigent qu'un seul réglage, celui de la hauteur de la flamme, facile à exécuter au moment même de la mesure. Mais on reproche à la lampe Hefner certains inconvénients pratiques.



Coupe, plan et élévation de la nouvelle lampe-étalon.

Habitués que nous sommes à la flamme fixe de la Carcel, nous sommes déroutés par l'emploi d'une flamme à l'air libre, constamment vacillante ; d'autre part, on ne trouve pas en France d'acétate d'amyle qui donne des résultats concordants[1] et il faut en faire venir d'Allemagne où l'Association des Gaziers allemands l'épure elle-même et le vérifie pour les usages photométriques ; enfin l'odeur pénétrante de l'acétate

1. Cela tient à ce qu'en réalité, le combustible de la lampe Hefner n'est pas de l'acétate d'amyle pur, mais bien un mélange d'acétate, d'alcool amylique et d'eau en proportion variable.

d'amyle et son point d'ébullition trop bas pour empêcher la carbonisation de la mèche sont deux inconvénients accessoires qu'on ne peut passer sous silence.

C'est pour éviter toutes ces difficultés, tout en reproduisant la même intensité lumineuse que celle de la lampe Hefner, que j'ai étudié un nouvel étalon représenté par la figure 1, et dont j'ai confié l'exécution à l'habile spécialiste M. Pellin.

On a reproché à la bougie Hefner d'être une unité trop faible pour la comparaison avec d'autres sources de lumière ; je dois donc me justifier d'avoir adopté pour le nouvel étalon la même intensité. Les motifs sont les suivants :

1° Les liquides bien définis chimiquement sont chers ; il est désirable d'en brûler le moins possible.

2° L'intensité n'est faible pour les comparaisons que parce qu'on veut employer un photomètre à distance variable ; cette difficulté disparaît avec les photomètres à œil de chat, à distances fixes[1].

3° Pour les travaux courants, il convient le plus souvent l'employer comme étalons secondaires les lampes à incandescence, et on ne se sert de l'unité Hefner que pour tarer ces lampes.

4° Pour les mesures d'éclairement, et non d'intensité, un étalon faible convient mieux qu'un étalon trop puissant.

5° Les flammes de petit diamètre sont mieux définies au point de vue du centre d'émission des rayons que les grosses flammes (voir plus loin).

6° On ne peut réaliser de lampes réglables facilement qu'avec des mèches pleines, et l'expérience m'a montré qu'avec celles-ci, il est difficile de réaliser des intensités supérieures à 1 ou 2 bougies.

7° L'air de la salle où l'on opère est d'autant moins vicié en un temps donné que la flamme est plus faible.

Principe du nouvel étalon

Pour ces divers motifs, j'ai conservé au nouvel étalon la même valeur qu'à l'unité Hefner, et non un multiple de cette valeur. Mais j'ai préparé un liquide combustible spécial et construit la lampe de façon ; la flamme fût à l'abri des courants d'air.

Pour constituer le liquide combustible, il suffisait d'employer des ps chimiquement purs, dans la limite où on peut les produire indus-ellement, et mon choix s'est porté tout de suite sur l'alcool et la

[1] Notamment, le photomètre universel de MM. Blondel et Broca, décrit au grès de l'Association française de 1896.

benzine, le premier comme véhicule du second. La benzine seule est fuligineuse, l'alcool n'est pas éclairant ; le mélange de 10 à 20 0/0 de benzine pure cristallisable dans l'alcool absolu donne un liquide éclairant et non fuligineux.

Pour que ma lampe pût être d'un usage plus général, j'ai adopté une proportion telle que le liquide fût juste aussi éclairant que l'acétate d'amyle, soit 16 0/0 de benzine cristallisable en volume, pour 84 0/0 d'alcool absolu.

De cette façon, on peut employer à volonté, soit l'acétate d'amyle de même provenance que pour la lampe Hefner, soit mon mélange qu'on peut appeler l'*alco-benzol* normal. Celui-ci est préférable, parce qu'il est mieux défini chimiquement que l'acétate d'amyle et qu'il a un point d'ébullition plus bas.

Ce point étant le même pour les 2 liquides mélangés, ainsi que leur densité, on n'a à craindre de séparation du mélange ni dans le réservoir, ni au moment de la vaporisation, condition tout à fait essentielle pour la constitution d'un liquide combustible, et qu'ont malheureusement perdue de vue d'autres expérimentateurs.

Description de la lampe

La lampe, dont le dessin indique tous les détails, comprend, outre son support, lequel est en général un pied à hauteur réglable, trois pièces démontables :

1° Un *réservoir* A, très plat pour maintenir le niveau du liquide presque constant ; on le remplit par un petit orifice latéral, muni d'un bouchon vissé.

2° Un tube porte-mèche B, soudé à un plateau circulaire qui se visse sur l'orifice central du réservoir ; à ce plateau est fixée en retour d'équerre une échelle graduée, le long de laquelle coulisse un viseur E analogue à celui de l'étalon Hefner. Ce viseur est une petite chambre noire, dont le verre dépoli porte un repère et reçoit l'image de l'extrémité de la flamme. Il est muni d'un vernier et d'une vis d'arrêt. Il sert de cathétomètre pour mesurer la hauteur de la flamme, au-dessus du capuchon, et pour vérifier, s'il y a lieu, la position du capuchon. (Voir l'appendice).

3° *La cheminée* D *et la chambre à air* C, vissées ensemble à une base percée de trous d'aération. A cette base est soudé un bout de tube qui coulisse à frottement doux sur le tube porte-mèche et vient reposer sur un anneau d'arrêt.

La chambre à air est limitée à sa partie supérieure par un trou cir-

culaire de diamètre un peu plus grand que celui de la mèche (10 mm), et le bout de la mèche doit rester à une certaine distance au-dessous de cet orifice. La flamme est laminée par l'air arrivant dans la chambre à air par les orifices inférieurs, et elle s'élève au-dessus de l'orifice. Sans cheminée on ne pourrait entretenir la combustion dans ces conditions; mais, grâce au tirage intense, la flamme est bien stable et la combustion active; elle a une hauteur d'environ 45 mm.

Le liquide alco-benzol est assez volatil pour que la mèche ne brunisse que très lentement.

La cheminée, qui constitue une innovation en photométrie, est un cylindre de métal noirci mat, muni de deux petites fenêtres fermées par des glaces planes FF′ disposées *obliquement*. Cette disposition a pour résultat de renvoyer sur les parois noircies de la cheminée et en dehors de la direction des rayons principaux tous les rayons réfléchis à la traversée du verre. Ceux-ci ne peuvent ainsi produire des effets parasites, et l'axe de l'étalon, au point de vue photométrique, se confond facilement avec l'axe géométrique de la flamme. Tandis que dans les lampes à cheminée, telles que la Carcel, les rayons réfléchis par la cheminée jouent un rôle dans l'intensité apparente et la flamme a un fort diamètre : deux motifs pour lesquels on est très incertain sur l'axe à partir duquel on doit compter les distances pour appliquer la loi du carré des distances[1].

Avantages de l'étalon

Les avantages de l'étalon sont, d'après ce qui précède :

1° La simplicité de la construction;

2° La composition bien définie et stable du liquide combustible;

3° La facilité de la manipulation et des réglages;

4° La stabilité de la flamme;

5° La constance du régime, réglage compris, pendant un temps indéfini, grâce à l'absence de combustion de la mèche;

6° L'absence de lumière parasite dans la salle, grâce à l'opacité de la cheminée;

7° La bonne définition de la flamme, grâce à son petit diamètre et à l'absence de réflexions parasites de la cheminée;

8° La faible consommation horaire, et la faible production de vapeur d'eau et d'acide carbonique.

9° La légèreté et la forme de la lampe qui la rendent facilement portative.

[1] On commet bien souvent une erreur très notable en comptant ces distances à partir de l'axe géométrique du bec.

Étalonnement

Je n'ai pas cherché à faire de la lampe une spécification rigoureuse, d'une part parce qu'il est très difficile, à moins d'un outillage en grand, de reproduire des appareils absolument identiques, d'autre part parce que ma prétention n'est pas, comme pour l'étalon Hefner, de *définir* une unité par les dimensions de la lampe, mais seulement de faire un étalon secondaire qui puisse être taré une fois pour toutes. Du moment que, même pour l'étalon Hefner, un tarage de garantie est jugé nécessaire, j'ai pensé que ce tarage suffisait aussi à amener l'intensité à sa valeur voulue par vérification expérimentale de la hauteur normale de flamme, voisine de 45 mm., qui donne cette valeur.

Le Laboratoire central d'Électricité à Paris se charge de cette opération pour chaque appareil et délivre un certificat précis de l'étalonnement dont on trouvera un exemple en appendice. M. Laporte, chef de travaux de ce laboratoire, qui a bien voulu s'en occuper personnellement et faire une étude détaillée des conditions de fonctionnement de la lampe, fera connaître probablement celle-ci dans une autre publication.

Mode d'emploi de l'Étalon

Liquide. — On prépare à l'avance un litre de liquide combustible en mélangeant en volume 16 % de benzine pure cristallisable (qualité qui coûte environ 7 à 8 fr. le litre) et 84 d'alcool absolu (coûtant environ le même prix), soit 160 cmc de benzine et 840 cmc d'alcool absolu. Il ne doit se produire aucun trouble au moment du mélange ; sinon, c'est que l'acool contient de l'eau et doit être rejeté. On peut employer aussi l'acétate d'amyle allemand avec même résultat lumineux.

Mèche. — La mèche employée est une mèche tressée ordinaire de 8 mm. de diamètre ; avoir soin d'employer toujours cette sorte de mèche conforme à celle qui est livrée dans la lampe et non une autre. Elle est semblable à celle de la lampe Hefner.

Cheminée. — La cheminée doit rester bien vissée sur le capuchon ; on enlève ou remet ainsi les deux à la fois sur le porte-mèche, chaque fois qu'on veut voir ou moucher la mèche. Avant chaque série d'essai, ou même au cours des essais, si on s'aperçoit que ce soit utile, on retirera les deux verres de la cheminée et on les essuiera avec un linge fin jusqu'à ce qu'ils soient parfaitement nets et transparents.

Remplissage et Méchage. — Avoir soin de vider la lampe quand on a fini de l'employer, le liquide risquant d'absorber de l'humidité dans l'intervalle des séances. Toute humidité se traduirait du reste par un trouble du liquide. Conserver le liquide enlevé dans une bouteille bien fermée jusqu'à la séance suivante ; ne pas le mélanger à la réserve pour éviter tout changement dans celle-ci. Ne pas remplir trop la lampe, de peur de faire déborder le liquide en vissant le porte-mèche.

Avoir soin également de rajeunir la mèche avant chaque séance, en la coupant bien horizontalement avec des ciseaux, juste assez pour faire disparaître toute partie noircie ou brunie. Prendre la même précaution toutes les deux heures si la séance dure plus de deux heures.

Mise en place de la cheminée. — Quand on met la cheminée en place après le remplissage et le méchage, elle doit être enfoncée bien à fond sur le tube porte-mèche de façon à ce que le tube fixé à la partie inférieure du capuchon s'appuie sans jeu sur la bague du tube porte-mèche ; on l'oriente de façon que l'axe des deux verres soit dirigé sensiblement suivant l'axe optique de la petite lunette formant viseur.

Si l'on désire s'assurer de temps à autre que le capuchon est bien à la hauteur voulue, il suffira de descendre le viseur jusqu'à ce que l'image du bord supérieur de ce capuchon visé à travers la cheminée dans la direction d'une fenêtre qui en détache la silhouette affleure le repère du viseur. Le vernier de la graduation doit être alors en face de la division indiquée par le certificat d'étalonnement. (Voir l'appendice).

Allumage. — Pour allumer la lampe, enlever un des verres sans le salir avec les doigts, monter la mèche jusqu'à ce qu'elle apparaisse à l'orifice du capuchon, la faire dépasser de 2 ou 3^{mm}. au dessus de cet orifice, y mettre le feu à l'aide d'une allumette, refermer la cheminée, puis abaisser la mèche de façon à éviter qu'elle ne s'éteigne, jusqu'à ce qu'elle vienne presque affleurer le niveau de l'orifice du tube porte-mèche situé à l'intérieur du capuchon. La règler ensuite à peu près de façon à réaliser la hauteur de flamme normale indiquée.

Il est essentiel de laisser ensuite la lampe brûler pendant une franche demi-heure, pour qu'elle atteigne sa température de régime, ınt de faire des mesures. Pendant cette période, la flamme a une dance à filer et il faut surveiller la lampe, pour baisser de temps temps la mèche. Au bout d'une demi-heure, le régime est suffisamnt stable pour permettre de bonnes lectures.

téglage de l'intensité. — Avant chaque mesure, vérifier la hauteur 'a flamme, élément dont dépend l'intensité lumineuse. La position

du viseur indiquée par le vernier que porte celui-ci en face de l'échelle graduée, doit être réglée à la hauteur fixée par le certificat d'étalonnement. Ensuite il suffit de monter ou descendre trés légèrement la mèche de façon que l'image de la pointe supérieure de la flamme affleure juste le trait de repère du viseur. Une différence de 1mm. entraîne une erreur de 2 pour cent environ.

Dans ces conditions normales qu'on vient de définir, la lampe donne une intensité de une unité Hefner (bougie internationale pratique)

Précautions diverses. — Avoir soin pendant les expériences de renouveler fréquemment l'air de la salle photométrique, qui doit être vaste autant que possible; éviter dans la salle toute cause accidentelle d'humidité ; enfin éviter avec soin les courants d'air, qui feraient vaciller la flamme.

APPENDICE : *Exemple d'etalonnement par le Laboratoire Central d'Electricité*, 14, rue de Staël, Paris.

CERTIFICAT D'ÉTALONNEMENT *délivre à la Compagnie générale des Omnibus, le 22 juillet 1898.*

OBJET : **Étalonnement d'une lampe-étalon**

(Système Blondel)

Mèche cylindrique pleine et de 8 m/m de diamètre. Le liquide combustible avait la composition suivante en volume :

Benzine cristallisable	16 parties
Alcool rectifié absolu	84 »

Ces deux produits provenaient de la Maison Poulenc. Le chapeau portant la cheminée était enfoncé à fond, le talon du chapeau venant reposer sur l'épaulement du tube porte-mèches.

Les expériences photométriques ont été faites une demi-heure au moins après l'allumage.

Cote du sommet du chapeau	— 0,8 millimètres.
» de la flamme	+ 44,2 »
Hauteur de la flamme au-dessus du chapeau	45,0 »
Température de la salle	20 à 26 degrés centigrades.
Intensité lumineuse horizontale de la lampe	1,01 unité Hefner.

Le Directeur du Laboratoire,

P. JANET.

M. le Comte Arnaud de GRAMONT

Docteur ès Sciences, à Paris

SUR L'ANALYSE SPECTRALE DES CORPS NON CONDUCTEURS, DANS L'ÉTINCELLE ÉLECTRIQUE [544-6]

— Séance du 4 août —

J'ai fait connaître au Congrès de Bordeaux[1] une méthode permettant d'observer directement le spectre, et par suite la composition chimique des corps conducteurs, minéraux ou produits métallurgiques, en observant au spectroscope l'étincelle jaillissant entre deux de leur fragments reliés respectivement aux pôles d'une batterie de bouteilles de Leyde incessamment rechargée par une bobine de Rhumkorff.

Dans des recherches plus récentes[2], j'ai étudié les spectres de dissociation produits par une étincelle de cette nature sur les sels fondus maintenus à l'état liquide ou pâteux à l'extrémité aplatie en spatule d'un gros fil de platine pur, placé à peu près horizontalement dans la flamme, tandis qu'un second fil incliné, communique avec le pôle de la bobine de signe contraire à celui qui est attaché au précédent ; l'étincelle jaillit donc entre eux à travers le sel fondu, au sommet de l'angle aigu d'une sorte de V couché formé par les deux fils. Comme avec les minéraux, on constate que l'on a bien affaire à des spectres où les composés sont dissociés, et où chaque élément, métal ou métalloïde, est représenté par les lignes caractéristiques de son spectre individuel.

Au cours de ces travaux, j'ai constaté que la plupart des minéraux n conducteurs et principalement les silicates, réduits en poudre fine dissous dans un carbonate alcalin fondu, donnaient, comme les sels

et plus en détail dans l'« Analyse spectrale directe des minéraux ». Paris 1895, Bulletin de la Société française de minéralogie. Juin 1895.

2. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 8, 15, 29 juin 1896 ; 25 janvier, 19, juillet 1897 — Annales de Chimie et Physique 7e série, tx 1897 — Bulletin de la Société chimique, 3e série t. 17, 1897, t. 19, 1898.

fondus ordinaires avec le dispositif précédent, les raies des éléments constituants ou accessoires entrant dans leur composition.

Non seulement les silicates, mais aussi les sulfates, sulfures, carbonates oxydes... etc. et, en dehors des minéraux, les précipités insolubles et non conducteurs successivement obtenus dans les séparations analytiques de la voie humide, donnent des résultats satisfaisants par cette méthode nouvelle.

Comme pour toute réaction spectrale, la sensibilité diffère notablement d'un corps simple à l'autre et dépasse en général celle du chalumeau, ou de la voie humide.

Le sel fondu employé comme dissolvant igné de la poudre non conductrice à étudier doit être de préférence le carbonate de lithium, à cause de la simplicité de son spectre, et de sa rapidité à dissoudre les silicates. Le carbonate de sodium donne de bons résultats, mais il est moins fusible et le maximum d'intensité du spectre obtenu par son attaque est notablement plus long à se manifester ; cependant on en fera usage pour la recherche du lithium et des métalloïdes. On peut aussi avoir recours aux bisulfates alcalins pour la recherche des métaux, mais en ne dépassant pas une faible condensation, d'une jarre par exemple, insuffisante pour amener les raies du soufre qui, sans cela, viendraient compliquer inutilement le spectre.

La source de chaleur à employer pourra être une simple lampe à alcool avec le carbonate de lithium ; pour les autres sels, on aura recours au bec Bunsen ou à l'eolipyle à pétrole.

Ce procédé présente un avantage considérable ; l'absence du spectre de l'air (trait de feu) qui ne se manifeste qu'après la volatilisation totale du sel fondu, ou lorsque la flamme cesse d'envelopper celui-ci.

Dans le cas où la nature de la substance soumise à l'étude ferait craindre la réduction des composés métalliques et l'attaque du platine, on remplacerait la spatule inférieure par un morceau de graphite de Sibérie bien pur, creusé en coupelle pour contenir la goutte du mélange fondu, et maintenu dans la flamme par une pince à bouts de platine.

On trouvera des indications plus complètes sur les réactions des différents corps simples par ce procédé et sur son application spéciale aux minéraux non conducteurs dans le « Bulletin de la Société Française de Minéralogie » avril-mai 1898, et aussi dans les « Comptes Rendus de l'Académie des Sciences » 18 avril et 23 mai 1898.

M. Louis HENRY
Professeur de chimie générale à l'Université de Louvain

SUR LES NITRILES NON SATURÉS $C_n H_{2n-1} - CN$ [547-8]

— Séance du 8 août —

Mes études sur les nitriles-alcools aliphatiques m'ont amené à examiner l'action de $P_2 O_5$ sur ces composés.

Outre que c'est là une question presque neuve[1], je devais tenir à m'en occuper parce qu'elle a pour résultat la production de nitriles non saturés de la formule $C_n H_{2n-1} - CN$.

Ces nitriles non saturés m'ont toujours paru devoir être des composés très intéressants et très importants au point de vue des relations générales de *volatilité* à établir entre les composés *saturés* et les composés *non saturés* correspondants.

La déshydratation des nitriles-alcools par l'anhydride phosphorique s'opère dans la plupart des cas d'une manière fort nette et le rendement en *nitrile non saturé* $C_n H_{2n-1} - CN$ peut être regardé comme avantageux, au moins 50 0/0 du rendement théorique. C'est une véritable méthode de préparation.

Les seuls composés de ce groupe, parmi ceux que j'ai examinés, qui ne m'ont pas donné de bons résultats, sont les nitriles 1°) lactique secondaire $CN - CH(OH) - CH_3$
et 2°) butyrique primaire $CN - CH_2 - CH_2 - CH_2(OH)$

J'ai obtenu par ce procédé les composés suivants :

1° en C_4. *Nitrile crotonique* $CN - CH = CH - CH_3$. Eb. 118° — 9° ; à l'aide des nitriles Cyanobutyliques

$$\alpha\ CN - CH(OH) - CH_2 - CH_3$$
$$\beta\ CN - CH_2 - CH(OH) - CH_3$$

. Le seul nitrile alcool, soumis jusqu'ici à l'action de $P_2 O_5$ est le nitrile lactique imaire $CN - CH_2 - CH_2(OH)$. Voir C. Moureu, Annales de Chimie et de Physique T II 7e série, page 191 (année 1894).

2° *Nitrile acrylique α méthylé* Eb. 90°—92°.

$$\begin{array}{l} CN \\ | \\ C - CH_3 \\ \| \\ CH_2 \end{array}$$

à l'aide de la *Cyanhydrine acétonique* $CN - C(OH) < \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}$ produit de l'addition de HCN à $CH_3 - CO - CH_3$.

3° en C_5. — *Nitrile acrylique β bi-méthylé* Eb. 140°—142°.

$$\begin{array}{l} CH \\ | \\ CH \\ \| \\ C \\ \wedge \\ CH_3\ CH_3 \end{array}$$

à l'aide de la *Cyanhydrine isobutylidénique* $CN - CH(OH) - CH < \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}$ produit de l'addition de HCN à l'aldéhyde isobutyrique.

4° en C_6. — *Nitrile crotonique γ bi-méthylé* Eb. 154°—155°

$$\begin{array}{l} CN \\ | \\ CH \\ \| \\ CH \\ \wedge \\ CH_3\ CH_3 \end{array}$$

à l'aide de la *Cyanhydrine amylidémique* $CN - CH(OH) - CH_2 - CH < \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}$ produit de l'addition de HCN à l'aldéhyde valérique ordinaire.

5° en C_8. — *Nitrile γ butyle crotonique normal.* $CN - CH = CH - CH_2 - (CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3)$ Eb. 197°—200°, à l'aide de la *Cyanhydrine œnanthylidémique* $CN \quad CH(OH)(CH_2)_5 - CH_3$ produit de la fixation de HCN sur l'œnanthol.

J'ajouterai à la liste de ces composés le *nitrile Vinyl-acétique* ou *méthyléno β propionique*

$$CN - CH_2 - CH = CH_2$$

Eb. 135°, qui complète la série des nitriles en C_4, non saturés. Je l'ai obtenu par la distillation des dérivés haloïdes γ du *nitrile butyrique normal* CN — CH_2 — CH_2 — CH_3, notamment du nitrile γ *chloro-butyrique* CN — CH_2 — CH_2 — CH_2 CL (Eb. 195°) sur de la potasse caustique, pulvérulente, sèche.

Cette réaction constitue aussi une excellente méthode de préparation des nitriles non saturés $C_n H_{2n-1}$ — CN, à l'aide des dérivés haloïdes des nitriles saturés, pour autant que ces dérivés haloïdes aient un point d'ébullition suffisamment élevé.

Tous ces nitriles non saturés $C_n H_{2n-1}$ — CN constituent de beaux liquides, incolores, mobiles, inaltérables à la lumière, d'une odeur forte, agréable; plus légers que l'eau et insolubles dans celle-ci[1], doués du pouvoir additionnel vis-à-vis du brôme, se transformant aisément en leurs acides $C_n H_{2n-1}$ — CO (OH) sous l'action des alcalis hydratés, et en acides gras mono-substitués, $C_n H_n X$ — CO (OH) sous l'action des hydracides halogénés dissous dans l'eau.

Quoique le nombre des nitriles non saturés soit encore peu considérable, et il est toutefois possible de formuler quelques propositions générales concernant leur *volatilité*.

A. — L'influence exercée par l'élimination de H_2 de la molécule d'un nitrile saturé, sur la volatilité de ce composé transformé en nitrile non saturé, dépend de la nature du système C = C à double soudure formé et de sa fonction dans la molécule par rapport au groupement — CN.

1° Le voisinage immédiat des groupements — CN et C = C constitue une cause puissante de volatilité.

Elle est à son maximum dans la chaîne carbonée la plus courte, celle du nitrile acrylique qui ne renferme que les systèmes — CN et — C = C.

$$\left.\begin{array}{ll} CN-CH_2-CH_3 & \text{Eb. } 98^\circ \\ CN-CH=CH_2 & \quad\;\; 78^\circ \end{array}\right\} -20^\circ$$

L'élimination de H_2 s'accompagne ici d'un abaissement de 20° dans le point d'ébullition.

2° Cette influence volatilisante cesse par l'interposition d'un chaînon — CH_2 entre les systèmes — CN et C = C.

$$\left.\begin{array}{ll} CN-CN_2-CH_2-CH_3 & \text{Eb. } 118^\circ \\ CN-CH_2-CH=CH_2 & \quad\;\; 135^\circ \end{array}\right\} +17^\circ$$

3° Elle est moins intense dans les chaînes carbonées plus longues et plus compliquées que C — C — C.

[1] Sauf le nitrile acrylique CN — CH = CH qui y est soluble (C. Moureu).

$$\left.\begin{array}{ll} CN-CH<\begin{smallmatrix}CH_3\\CH_3\end{smallmatrix} & \text{Eb. } 108^\circ \\ CN-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 & \text{— } 92^\circ \end{array}\right\} -16^\circ$$

$$\left.\begin{array}{ll} CN-CH_2-CH_2-CH_3 & \text{Eb. } 118^\circ \\ CN-CH=CN-CH_3 & \text{— } 118^\circ\text{-}119^\circ \end{array}\right\} \pm 0^\circ$$

$$\left.\begin{array}{ll} CN-CH_2-CH<\begin{smallmatrix}CH_3\\CH_3\end{smallmatrix} & \text{— } 129^\circ \\ CN-CH=C<\begin{smallmatrix}CH_3\\CH_3\end{smallmatrix} & \text{— } 140^\circ\text{-}142^\circ \end{array}\right\} \pm 11^\circ \text{ à } 13^\circ.$$

4° La formation du système symétrique, à double soudure, — CH = CH —, alors qu'il est intimement lié au composant — CN, n'influe pas, du moins pas sensiblement, sur la volatilité du composé nitrile primitif.

$$\begin{array}{ll} CN-CH_2-CH_2-CH_3 & \text{Eb. } 118^\circ \\ CN-CH=CH-CH_3 & \text{— } 118^\circ\text{-}119^\circ \end{array}$$

$$CN-CH_2-CH_2-CH<\begin{smallmatrix}CH_3\\CH_3\end{smallmatrix} \text{— } 155^\circ$$

$$CN-CH=CH-CH<\begin{smallmatrix}CH_3\\CH_3\end{smallmatrix} \text{— } 154^\circ\text{-}155^\circ$$

$$\begin{array}{l} CN-CH_2-CH_2-(CH_2)_4-CH_3-198^\circ\text{-}200^\circ \\ CN-CH=CH-(CH_2)_4-CH_3-198^\circ\text{-}200^\circ \end{array}$$

5° La formation d'un système dissymétrique, à double soudure HC = C <, directement uni à CN, est accompagnée d'une élévation de température, que l'on ne constate pas lors de la formation du système symétrique CH = CH, dans les mêmes conditions.

$$\left.\begin{array}{ll} CN-CH_2-CH_2-CH_3 & \text{Eb. } 118^\circ \\ CN-CH=CH-CH_3 & \text{— } 118^\circ\text{-}119^\circ \end{array}\right\} \pm 0^\circ$$

$$\left.\begin{array}{ll} CN-CH_2-CH<\begin{smallmatrix}CH_3\\CH_3\end{smallmatrix} & \text{— } 129^\circ \\ CN-CH=C<\begin{smallmatrix}CH_3\\CH_3\end{smallmatrix} & \text{— } 140^\circ\text{-}142^\circ \end{array}\right\} -11 \text{ à } 13^\circ$$

B. — La méthylisation d'un nitrile à chaîne carbonée rectiligne, — remplacement de H par CH_3 — détermine une élévation dans le point

d'ébullition de celui-ci, quelle que soit la nature de la chaîne carbonée qui en résulte, rectiligne ou ramifiée.

1° La méthylisation d'un chaînon carboné à soudure multiple, double, détermine une élévation dans le point d'ébullition plus considérable qu'une méthylisation égale, opérée dans un chaînon à soudure simple.

$$\left.\begin{array}{ll} CN-CH_2-CH_2-CH_3 & \text{Eb. } 118^\circ \\ CN-CH_2-CH<\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix} & -\ 129^\circ \end{array}\right\} +11^\circ$$

$$\left.\begin{array}{ll} CN-CH=CH-CH_3 & -\ 118^\circ \\ CN-CH=C<\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix} & -\ 140^\circ\text{-}142^\circ \end{array}\right\} 22^\circ \text{ à } 24^\circ$$

2° La méthylisation opérée dans un système C = C à soudure double, fixé sur — CN, détermine une élévation dans le point d'ébullition d'autant plus considérable qu'elle porte sur un atome de C, plus éloigné du composant CN.

$$\left.\begin{array}{ll} CN-CH=CH_2 & \text{Eb. } 78^\circ \\ CN-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2 & -\ 92^\circ \end{array}\right\} +14^\circ$$

$$\left.\begin{array}{ll} CN-CH=CH_2 & \text{Eb. } 78^\circ \\ CN-CH=CH-CH_3 & -\ 118^\circ \end{array}\right\} +40^\circ$$

Je continuerai l'étude des nitriles non saturés. Alors que le nombre de ces composés connus sera plus considérable, il sera possible, j'en ai le confiant espoir, de formuler des propositions d'une portée plus générale concernant la volatilité relative des composés renfermant les systèmes — C — C — et — C = C —.

M. G. BLANC
Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris

SUR LA CONSTITUTION DE L'ACIDE CAMPHORIQUE [547-7]

— Séance du 6 aout —

J'ai l'honneur de présenter au Congrès le résultat de mes recherches sur la constitution de l'acide camphorique. J'ai abordé l'étude de cette question controversée et délicate, en suivant une voie absolument différente de toutes celles qui ont été parcourues jusqu'ici.

Ainsi qu'on va le voir, je suis arrivé à un résultat absolument identique avec celui que M. Bouveault a obtenu d'une toute autre façon.

Voici les faits:

Il existe dans la série camphorique un acide qui est intimement lié à l'acide camphorique par une suite de réactions très nettes.

C'est l'acide (acide isolauronolique ou ciscampholytique) obtenu par M. Walker dans l'électrolyse de l'orthoéthylcamphorate de soude, par M. Noyes[1] à partir de l'acide β camphoramique. Je l'obtiens couramment en traitant l'anhydride camphorique par le chlorure d'aluminium. En bloc, la réaction est la suivante

$$C^{10} H^{16} O^3 = C^9 H^{14} O^2 + CO + H^2 O$$

L'un des carboxyles de l'acide camphorique part donc à l'état d'oxyde de carbone, en même temps qu'il se produit une liaison éthylénique. J'ai décrit autre part un assez grand nombre de dérivés de cet acide isolauronolique, dérivés d'un intérêt du reste secondaire au point de vue théorique. Ce qui est intéressant c'est de déterminer sa constitution.

J'y suis parvenu par deux procédés entièrement différents et que je décris successivement.

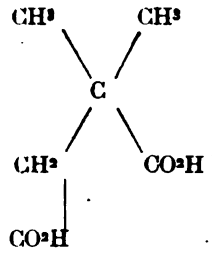
1. L'acide β camphoramique $C^9 H^{14} < {}^{COA_3 H^2}_{CO^2 H}\ {}^{\beta}_{\alpha}$ traité par la réaction d'Hofmann donne un acide aminé $C^9 H^{14} < {}^{AZ\ H^2}_{CO^2 H}$ qui, traité par l'acide nitreux, donne l'acide alcool $C^9 H^{14} < {}^{O\ H}_{CO^2 H}$. Celui-ci se déshydrate spontanément en donnant notre acide isolauronolique $C^9 H^{13} CO^2 H$

1° PROCÉDÉ

Oxydation de l'acide isolauronolique.

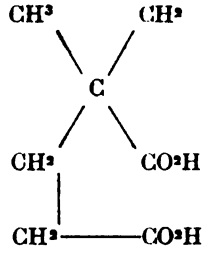
Cette oxydation m'a toujours donné des résultats en parfaite concordance les uns avec les autres.

Par le *permanganate*[1] j'ai obtenu l'acide αα diméthylsuccinique



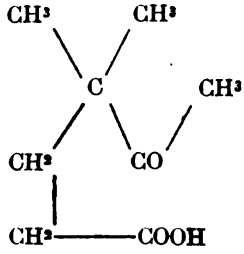
fusible à 142° qui a été caractérisé par l'analyse, la formation de l'acide anilidé fusible à 189 et de la phénylimide fusible à 86°.

Par l'acide nitrique j'ai obtenu avec un très bon rendement l'acide αα diméthylglutarique fusible à 84-85°



et qui a été caractérisé par l'analyse, la formation de l'anhydride fusible à 38-39°, de l'acide anilide pendant à 148° et de la phénylimide fusible à 121.

Par le mélange chimique j'ai obtenu l'acide diméthyl 33 hexanone 2 oïque fusible à 48°



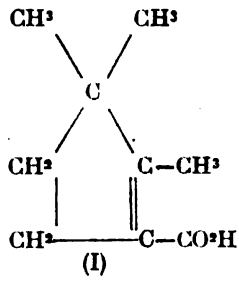
1. En solution alcaline à 4 0/0 et à la température de 50-55°.

qui a été caractérisé par son analyse et sa transformation par le brome et la soude en acide αα diméthylglutarique.

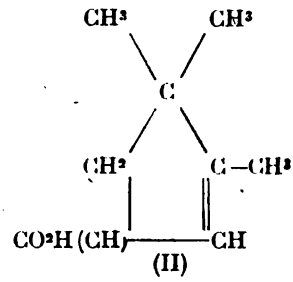
Ces trois résultats, comme je l'ai dit, sont parfaitement en concordance les uns avec les autres.

En particulier, l'obtention de l'acide diméthylhexanonoïque permet de déduire AVEC CERTITUDE la constitution de l'acide isolauronolique.

Il ne peut, en effet, exister que deux acides de formule $C^9 H^{14} O^2$ susceptibles, par oxydation de donner l'acide diméthylhexanonoïque. Ce sont les acides représentés par les schémas (I) et (II).



(I)



(II)

Comme l'acide isolauronolique est inactif[1] le schéma (II) doit être rejeté et il ne reste plus que le schéma (I).

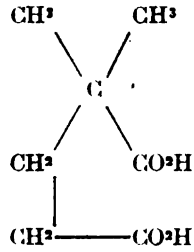
2° PROCÉDÉ :

L'acide isolauronolique chauffé à 300° en tubes scellés donne quantitativement le carbure $C^8 H^{14}$ bouillant à 108°5 et pour lequel je propose le nom d'isolaurolène (Aschan a appelé laurolène le carbure dérivant de l'acide lauronolique).

On a

$$C^9 H^{18} CO^2 H = C^8 H^{14} + CO^2$$

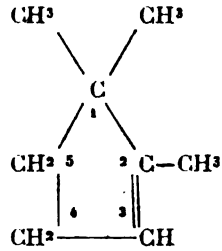
La constitution de ce carbure a été déterminée en étudiant les produits d'oxydation par le permanganate à 4 0/0 et à la température de 50-60°. Dans ces conditions j'ai obtenu le même acide diméthyl 33 hexanone 2 oïque



1. Cette inactivité est intrinsèque ; en effet, 1° je l'ai constatée pour un très grand nombre de ses dérivés ; 2° Je n'ai pu réussir à dédoubler par cristallisation fractionnée l'isolauronolate de chinchonine ; 3° On ne peut accuser le chlorure d'aluminium

que j'avais obtenu dans l'oxydation chimique de l'acide isolauronolique.

La constitution de l'isolaurolène est donc sans ambiguïté possible :

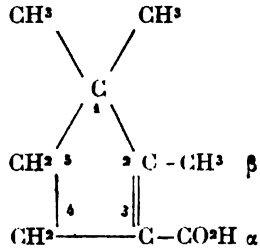


Or ce carbure jouit d'une propriété extrêmement curieuse. Il réagit à la façon des carbures benzéniques avec le chlorure d'aluminium et les chlorures d'acides pour donner des cétones.

En particulier avec le chlorure d'acétyle, il fournit la cétone $C^8 H^{13} CO — CH^3$ que j'ai identifiée complètement avec celle que j'ai obtenue en traitant le chlorure d'isolauronolyle par le sène-méthyle.

Comme il est certain que la substitution du groupe — CO — CH^3 dans la réaction au chlorure d'aluminium a porté sur le carbone [3] exclusivement, il en résulte que, dans l'acide isolauronolique, le carbonyle est lié au carbone [3].

La constitution de l'acide isolauronolique est donc :



c'est l'acide triméthyle 1. 1. 2 cyclopentène Δ_2 méthyloïque [3].

On voit bien que l'on retrouve par une autre méthode la même constitution que tout à l'heure.

Constitution de l'acide camphorique

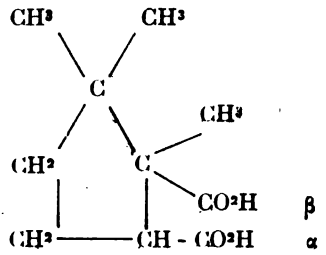
La relation qui existe entre l'acide camphorique et l'acide isolauronolique se traduit par l'équation

$$C^8 H^{14} < \begin{matrix} CO^2H \\ CO^2H \end{matrix} = CO + H^2 O + C^8 H^{13} CO^2 H$$

voir produit une racémisation, car si on fait agir l'anhydride camphorique sur le orure d'aluminium en présence de benzine, on obtient l'acide phényldihydroisoronolique qui, lui, est ACTIF.

Or, l'acide camphorique est actif et tout le monde est d'accord à reconnaître dans sa molécule la présence de deux carbones asymétriques.

Pour que l'acide isolauronolique qui en dérive soit devenu inactif il faut, de toute nécessité que les deux carbones asymétriques soient, dans la molécule du nouvel acide, réunis par une double liaison. Il en résulte de plus que le deuxième carboxyle de l'acide camphorique doit être lié au carbone asymétrique (β).



L'acide camphorique est donc sans ambiguïté aucune :

Ce schéma est identique avec celui que M. Bouveault a déduit de toutes autres considérations.

Etabli par une suite de raisonnements non ambigus et ne craignant pas une sévère critique, il est parfaitement d'accord avec tous les faits connus dans l'histoire du camphre et de ses dérivés.

Conclusions. — Il résulte de ce qui vient d'être exposé que si, dans l'état actuel de la question on craint de trop s'avancer en disant que la constitution proposée pour l'acide camphorique est absolument certaine, il n'en reste pas moins vrai et absolument certain que les formules de M. Bredt et celle de M. Tiemann sont, l'une et l'autre, radicalement fausses. Elles doivent donc être définitivement écartées et l'on doit admettre la formule de M. Bouveault.

Il faut espérer qu'une brillante synthèse ne tardera pas à en démontrer l'entière exactitude.

M. le Dr C. GERBER
Professeur suppléant à l'École de médecine de Marseille

DE L'IMPORTANCE DE L'ÉTUDE DE LA RESPIRATION POUR LA CONNAISSANCE DES TRANSFORMATIONS QUE LES COMPOSÉS TERNAIRES SUBISSENT DANS LES VÉGÉTAUX

[581-12]

— *Séance du 5 août* —

Les composés ternaires (formés de carbone, d'oxygène et d'hydrogène) contenus dans les végétaux, c'est-à-dire les acides (oxalique, citrique, tartrique, malique, etc., etc.), les hydrates de carbone (matières sucrées, dextrine, amidon, cellulose), les corps gras, etc., disparaissent dans les végétaux, soit en étant brulés complètement pour fournir la chaleur nécessaire aux manifestations de la vie, soit en se transformant les uns dans les autres.

I. — Oxydation complète des composés ternaires.

Envisageons le premier cas, celui de la combustion complète. Il est facile, à la simple inspection de la formule de l'un des corps nommés plus haut, de savoir la nature des échanges gazeux entre les plantes et l'atmosphère qui correspondra à la destruction de ce corps. Pour que ce dernier soit complètement brûlé, il devra être transformé en eau et en gaz carbonique : à cet effet il y aura absorption d'une certaine quantité d'oxygène qui sera emprunté à l'atmosphère, et, le port entre la quantité d'oxygène absorbé et la quantité de gaz carnique dégagé dans le même temps, c'est-à-dire le *quotient respira-re*, sera fonction de la formule du corps.

On peut représenter un corps ternaire par la formule générale suite :

$$C^m H^n O^p$$

L'équation d'oxydation complète sera

$$C^m H^n O^p + O^x = {}_m CO^2 + \frac{n}{2} H^2 O$$

Comme il faut que le nombre d'atomes d'oxygène soit le même dans les deux membres de cette équation, nous devrons avoir :

$$p + x = 2m + \frac{n}{2}$$

d'où :

$$x = 2m + \frac{n}{2} - p$$

et l'équation devient

$$C^m H^n O^p + O^{(2m + \frac{n}{2} - p)} = m CO^2 + \frac{n}{2} H^2 O$$

Il en résulte que le quotient respiratoire sera

$$\frac{\text{vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{vol } O^2 \text{ absorbé}} = \frac{2m}{2m + \frac{n}{2} - p} = \frac{4m}{4m + n - 2p}$$

d'où l'on tire

1° $\frac{\text{vol } CO^2}{\text{vol } O^2} > 1$ si $4m$ est plus grand que $4m + n - 2p$

c'est-à-dire si $p > \frac{n}{2}$

2° $\frac{\text{vol } CO^2}{\text{vol } O^2} = 1$ si $4m = 4m + n - 2p$

c'est-à-dire si $p = \frac{n}{2}$

3° $\frac{\text{vol } CO^2}{\text{vol } O^2} < 1$ si $4m$ est plus petit que $4m + n - 2p$

c'est-à-dire si $p < \frac{n}{2}$ [1]

1° *Le quotient respiratoire est plus grand que l'unité si* $p > \frac{n}{2}$. p est plus grand que $\frac{n}{2}$ dans les acides que l'on rencontre dans un certain nombre de plantes grasses et dans un grand nombre de fruits. Les principaux de ces acides sont :

L'acide malique $C^4 H^6 O^5$, que l'on rencontre dans les plantes grasses, dans les pommes, les poires, etc.

L'acide tartrique $C^4 H^6 O^6$, qui abonde dans les raisins, etc.

1. Dans le cas de la combustion complète d'un corps contenant de l'azote (substances albuminoïdes), l'azote se dégageant à l'état libre, sa présence ne modifie pas le résultat.

L'acide citrique $C^6 H^8 O^7$, qui est l'acide caractéristique des fruits d'aurantiacées, (mandarines, oranges, cédrats, citrons, etc).

Les formules d'oxydation complète montrent bien que le quotient respiratoire doit être supérieur à l'unité. On a, en effet, pour l'acide malique :

$$C^4 H^6 O^5 + 3 O^2 = 4 C O^2 + 3 H^2 O. \quad — \frac{\text{Vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{Vol } O^2 \text{ absorbé}} = 1{,}33$$

pour l'acide tartrique :

$$2 C^4 H^6 O^6 + 5 O^2 = 8 C O^2 + 6 H^2 O. \quad — \frac{\text{Vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{Vol } O^2 \text{ absorbé}} = 1{,}60$$

et pour l'acide citrique :

$$2 C^6 H^8 O^7 + 9 O^2 = 12 C O^2 + 8 H^2 O. \quad — \frac{\text{Vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{Vol } O^2 \text{ absorbé}} = 1{,}33.$$

Vérification expérimentale. — En cultivant le *Sterigmatocystis nigra* sur une solution contenant des acides (tartrique, citrique ou malique), on trouve un quotient respiratoire supérieur à l'unité. Il est vrai qu'il se forme du mycelium, c'est-à-dire des hydrates de carbone (callose), lesquels prennent naissance aux dépends des acides en dégageant plus de gaz carbonique qu'ils n'absorbent d'oxygène ; mais, en suivant comme nous l'avons fait[1] la culture à ses diverses phases, on constate que pendant un certain temps la quantité de mycelium n'augmente pas et que tout le carbone de l'acide disparu pendant ce temps se retrouve à l'état de gaz carbonique dans l'atmosphère confinée du vase où a lieu la culture. Tout se passe donc pendant cette période comme s'il y avait simplement combustion complète de l'acide, et le dosage de l'oxygène emprunté à l'atmosphère ainsi que celui du gaz carbonique dégagé, donne un quotient respiratoire supérieur à l'unité et très voisin de celui indiqué par la théorie.

Grâce à cette vérification expérimentale, quand nous constaterons la diminution de la quantité des acides citrique, tartrique ou malique contenue dans une plante ou dans un fruit, et que le quotient respiratoire sera supérieur à l'unité, mais inférieur ou au plus égal au quotient d'oxydation complète de ces acides, nous aurons le droit de conclure à l'oxydation complète de ces derniers, à la condition qu'il ne se produise pas dans cette plante ou dans ce fruit, une autre réaction pouvant donner un quotient supérieur à l'unité.

Tel est le cas des plantes grasses qui, comme la raquette (*Opuntia Ficus indica*), contiennent des acides, quand on les soumet, comme nous l'avons fait, à une température voisine de 30°. Le quotient respi-oire que l'on constate dans ces plantes quand elles brûlent leurs des, tout en étant supérieur à l'unité, est généralement moins fort ? la théorie ne le fait prévoir; cela est dû à ce que, en outre des aci-, ces plantes contiennent des hydrates de carbone qui donnent par ·dation complète un quotient au plus égal à l'unité, quotient qui ve-

[1] Respiration des moisissures An. Sc. Nat. Bot. 1897, t. IV, pp. 155-172.

nant s'ajouter au premier en amoindrit la valeur. Cet amoindrissement peut être tel que le quotient est inférieur à l'unité, malgré la destruction des acides que la plante renferme, quand la plante est le siège d'une autre réaction se produisant avec un quotient très inférieur à l'unité. Ainsi le fruit de l'*Opuntia Ficus indica* est acide, et cependant quelle que soit la température à laquelle nous avons soumis ces fruits, leur quotient a toujours été inférieur à l'unité (0,84 dans une expérience). Mais si on enlève, comme nous l'avons fait, les graines qui sont contenues en nombre considérable dans ce fruit, et qu'on mette à respirer d'un côté les graines, de l'autre le péricarpe, on trouve les résultats suivants : le péricarpe fournit le quotient respiratoire 1,21, supérieur à l'unité et à plus forte raison supérieur à celui 0,84 donné par le fruit entier ; au contraire les graines ne donnent comme quotient respiratoire que 0,67, inférieur à celui de ce fruit.

2° *Le quotient respiratoire est voisin de l'unité si* $p = \frac{n}{2}$

p est égal à $\frac{n}{2}$ dans les hydrates de carbone et les matières sucrées que l'on rencontre, à l'exclusion presque absolue des acides, dans les plantes ordinaires et les organes en voie de croissance ainsi que dans un certain nombre de fruits, tels que la banane, avant leur maturité. La formule d'oxydation complète des hydrates de carbone indique que le quotient respiratoire doit être égal à l'unité. On a en effet pour la glucose :

$$C^6H^{12}O^6 + 12O = 6CO^2 + 6H^2O. - \frac{\text{Vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{Vol } O^2 \text{ absorbé}} = 1$$

et comme les hydrates de carbone ne sont que des produits de condensation, à des degrés divers, des sucres, avec élimination d'eau, on voit que pour eux aussi le quotient théorique est 1.

Vérification expérimentale. — En cultivant[1] le *Sterigmatocystis nigra* sur une solution ne contenant que du sucre, nous avons obtenu un quotient très voisin de l'unité (généralement un peu inférieur.). Ici, nous n'avons pas à tenir compte du mycelium formé, car les hydrates de carbone qui le constituent (callose) ne semblent qu'un produit de condensation des sucres avec simple élimination d'eau ; il en résulte que leur formation est une simple polymérisation sans dégagement de gaz carbonique ni absorption d'oxygène : nous avons donc simplement desséché le mycelium formé, dosé le carbone qu'il contenait, et retranchant ce carbone du carbone contenu dans la quantité de sucre mis dans la culture, nous avons obtenu un chiffre très voisin de celui qui représentait le carbone du gaz carbonique dégagé.

1. Respiration du *Stezigmatocystis nigra* cultivé sur une solution minérale sucrée à 20° An. Sc. Nat. Bot, t. IV. p. 175-177.

Cette dernière vérification complète la démonstration expérimentale : que les substances en $C^6 H^{12} O^6$ ou leurs produits de condensation, les hydrates de carbone, donnent par combustion complète dans les tissus vivants un quotient égal à l'unité.

Nous pourrons donc, quand nous constaterons qu'une plante donne un quotient voisin de l'unité, dire que la respiration de cette plante consiste dans l'oxydation complète des hydrates de carbone qu'elle contient. Tel est le cas des plantes ordinaires et des organes en voie de croissance qui dégagent à peu près autant de gaz carbonique qu'ils absorbent d'oxygène, ainsi qu'il résulte des beaux travaux de MM. Bonnier et Mangin.

Tel est également le cas de certains fruits amylacés, comme les bananes, tant qu'il ne se forme pas d'éthers parfumés dans leurs tissus, ainsi que nous l'avons démontré[1]. Tel est aussi le cas des fruits contenant de l'amidon et des acides, quand on les soumet à une température suffisamment basse pour que les acides ne soient pas attaqués, ou quand on continue à suivre leur respiration après que les acides ont disparu, ainsi que nous l'avons établi[2].

3° *Le quotient respiratoire est supérieur à l'unité si* $p < \frac{n}{2}$.

p est plus petit que $\frac{n}{2}$ dans les matières grasses qui sont particulièrement abondantes dans certains fruits tels que l'olive, et dans les graines dites oléagineuses, telles que les graines de ricin, de colza, de pavot, etc., etc. La formule d'oxydation complète d'un corps gras indique, en effet, que le quotient respiratoire doit être très inférieur à l'unité. C'est ce que montrent les deux formules suivantes obtenues l'une en oxydant complètement les principes de l'huile d'olive :

$$C^{51} H^{94} O^6 + 143 O = 51 CO^2 + 47 H^2 O - \frac{Vol\, CO^2}{Vol\, O^2} = 0,71$$

et l'autre en brûlant complètement le corps qui semble représenter la composition moyenne des matières grasses.

$$C^{57} H^{110} O^6 + 163 O = 57 CO^2 + 55 H^2 O - \frac{Vol\, CO^2}{Vol\, O^2} = 0,70$$

Vérification expérimentale. — En étudiant la respiration des graines de ricin aux diverses phases de leur développement et de leur maturation, st-à-dire quelque temps avant que le péricarpe ne commence à s'entr'ou-r en se desséchant, alors que la coque qui enveloppe chaque graine est enue très dure, que les téguments de cette même graine ont acquis leur

. Recherches sur la respiration des fruits charnus sucrés contenant de l'amidon. . Sc. Nat. Bot., t. IV, pp. 230-244.

. Recherches sur la maturation des fruits charnus sucrés contenant des acides. . Sc. Nat. Bot. 1897, t. IV, pp. 42-134.

couleur noire et leur consistance dure définitive, le quotient respiratoire est voisin de 0,70. Ce quotient persiste pendant tout le temps que la graine passe à l'état de vie ralentie. Durant cette période on ne constate aucune variation dans la teneur en hydrates de carbone utilisables; seule l'huile subit une légère diminution de poids.

D'autre part, prenons une graine de ricin à une phase moins avancée, alors que la proportion d'huile augmente en elle, et suivons sa respiration pendant un certain temps. Après une courte période, quelques heures, pendant laquelle le quotient est supérieur à l'unité (il se forme alors, nous le verrons plus tard, une certaine quantité d'huile), on observe un quotient voisin de 0,70. Ce quotient se maintient tant que la graine reste en observation. Un dosage des corps gras fait au début de l'expérience et à la fin, montre une diminution sensible dans la proportion d'huile. Comme il n'y a pas augmentation des substances sucrées ou des hydrates de carbone utilisables, nous devons conclure à l'oxydation complète de l'huile.

Des expériences semblables faites sur les olives, les amandes, etc. nous ont donné les mêmes résultats. Nous avons donc le droit de dire que les corps gras, donnent, par combustion complète, dans les tissus vivants, un quotient inférieur à l'unité et voisin de 0,70.

Nous pourrons donc, quand nous constaterons qu'une plante, un fruit, une graine contenant des matières huileuses donnent un quotient voisin de 0,70, dire que la respiration consiste dans l'oxydation complète des réserves oléagineuses, s'il ne se produit pas une autre réaction pouvant donner un quotient semblable : tel est le cas de tous les fruits et graines oléagineux auxquels nous avons appliqué cette méthode [1].

II. — Transformation des composés ternaires les uns dans les autres

Envisageons maintenant le second cas, c'est-à-dire celui de la transformation des composés ternaires les uns dans les autres.

1° *Transformation des hydrates de carbone les uns dans les autres*

Les hydrates de carbone peuvent se transformer les uns dans les autres. C'est ainsi que les matières sucrées sont utilisées à l'édification des parois celluloriques des cellules et que, d'autre part l'amidon de réserve peut donner des sucres. Il ne s'agit ici que d'une simple condensation moléculaire par déshydratation dans le premier cas, et d'un

1. *C. Gerber*. Étude de la transformation des matières sucrées en huile dans les olives. C. R. Ac. Sc. 2 nov. 1897. — Recherches sur les formations des réserves oléagineuses des graines et des fruits. C. R. Ac. Sc. 8 nov. 1897.

simple dédoublement par hydratation dans le second cas; ces changements n'exercent donc, par eux-mêmes, aucune influence sur le quotient respiratoire.

2° *Transformation des acides en hydrates de carbone et réaction inverse*

Depuis longtemps, on a observé dans les plantes à feuilles épaisses dites grasses, et dans les fruits acides, une relation étroite entre les acides et les hydrates de carbone ; c'est ainsi que lorsqu'un fruit mûrit, son acidité diminue et sa teneur en sucre augmente. C'est encore ainsi que les plantes grasses, placées dans certaines conditions (température basse, etc.), voient leur acidité augmenter alors que la quantité d'hydrates de carbone diminue.

Cette relation n'est-elle qu'apparente ? Est-ce en un mot une simple coïncidence que cette variation en sens inverse des deux catégories de substances dont nous venons de parler? N'y a-t-il pas plutôt relation de cause à effet. C'est ce que notre méthode nous a permis d'élucider.

A. — *Transformation des acides en hydrates de carbone.* — Théoriquement les acides ne peuvent se transformer en hydrates de carbone que si le quotient respiratoire est non-seulement supérieur à l'unité, mais encore supérieur au quotient d'oxydation complète des acides.

En effet, les équations suivantes indiquent les limites supérieures au-dessous desquelles sont comprises les valeurs des quotients respiratoires dans ces conditions :

$$\underbrace{2C^4H^6O^5}_{\text{acide malique}} = C^6H^{12}O^6 + 2CO^2. \quad — \frac{\text{Vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{Vol } O^2 \text{ absorbé}} = \infty$$

$$\underbrace{12C^4H^6O^6}_{\text{acide tartrique}} = 5C^6H^{12}O^6 + 18CO^2 + 6H^2O. \quad — \frac{\text{Vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{Vol } O^2 \text{ absorbé}} = \infty$$

$$\underbrace{13C^4H^8O^7}_{\text{acide citrique}} = 9C^6H^{12}O^6 + 24CO^2 - 2H^2O. \quad — \frac{\text{Vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{Vol } O^2 \text{ absorbé}} = \infty$$

ou en prenant la cellulose comme type d'hydrate de carbone au lieu de la glucose :

$$\underbrace{12C^4H^8O^7}_{\text{citrique}} = 9C^6H^{12}O^6 + 18CO^2 + 3H^2O. \quad — \frac{\text{Vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{Vol } O^2 \text{ absorbé}} = \infty$$

insi, la réaction qui théoriquement fournit le plus d'hydrates de car-
e en partant des acides, est une réaction de fermentation dans laquelle
ygène de l'atmosphère n'interviendrait en rien. Ces formules limites,
vent paraître au premier abord entachées d'un certain arbitraire. Il n'en
rien, car nous sommes guidé dans leur établissement par ce fait que,
les plantes où l'on constate les variations inverses de la teneur en

acide et en hydrates de carbone, il ne se dégage pas d'autres gaz que de l'anhydride carbonique.

Si donc la totalité des acides se transformait en hydrates de carbone d'après les équations précédentes, sans qu'il ne se produise aucune autre réaction, le quotient respiratoire observé devrait théoriquement être égal à l'infini.

Si au contraire une partie des acides subit le phénomène de la combustion complète, le quotient respiratoire observé résultera de la superposition des deux phénomènes.

Comme la combustion complète des acides se fait avec un quotient égal à 1,33 ou à 1,60, selon la nature de l'acide, le quotient respiratoire observé sera plus petit que l'infini et, tout en étant constamment supérieur à 1,33 ou à 1,60, il sera d'autant plus abaissé que la combustion complète des acides sera plus intense.

Ainsi le quotient théorique de transformation des acides en hydrates de carbone est compris :
pour *l'acide malique,* entre 1,333 et l'infini
pour *l'acide tartrique,* entre 1,60 et l'infini
pour *l'acide citrique,* entre 1,333 et l'infini

Vérification expérimentale. — Nous avons semé des spores de *Sterigmatocystis nigra* sur un liquide Raulin ne contenant, comme aliment organique, que l'un des acides précédents. Pendant qu'il se formait un abondant mycelium, c'est-à-dire des hydrates de carbone (callose), nous avons trouvé pour les acides malique et citrique (dont le quotient d'oxydation complète est 1,33), les quotients respiratoires 1,76 et 1,69[1] ; pour l'acide tartrique (dont le quotient d'oxydation complète est 1,60) nous obtenions 2,54[2].

Nous avons donc le droit de dire que les acides se transforment en hydrates de carbone dans les tissus vivants, en fournissant un quotient respiratoire supérieur au quotient d'oxydation complète des acides qui, lui-même, est plus élevé que l'unité.

Par suite, quand nous constaterons qu'une plante, une partie de plante qui renferment des acides et des sucres présente une respiration caractérisée par un quotient supérieur à 1,33 (si l'acidité est due aux acides malique et citrique), à 1,60 si l'acidité est due à l'acide tartrique, nous pourrons dire que dans cette plante ou cette partie de plante, les acides se transforment en substances sucrées, s'il ne se produit pas une autre réaction pouvant donner un quotient respiratoire semblable. Tel est le cas de beaucoup de plantes dites grasses et de tous les fruits acides, quand on les soumet à une température suffisamment élevée, ainsi que nous l'avons démontré dans nos recherches sur les fruits acides.

1. C. Gerber. *Recherches sur la maturation des fruits.* Tableau 39 p. 167 et tabl. 38 p.169.
2. C. Gerber. *Recherches sur la maturation des fruits.* Tabl. 37 p. 157.

Un certain nombre de ces derniers semblent contredire la loi que nous venons d'émettre. Chez eux, on constate la diminution de la quantité d'acides, l'augmentation corrélative de la quantité de matières sucrées, et cependant le quotient observé est inférieur à l'unité, ou s'il est plus grand que un, il n'atteint pas la valeur des quotients d'oxydation complète des acides. Il en est ainsi pour un certain nombre de raisins à grosses graines, pour les nèfles du Japon et pour les fruits d'aurantiacées, quand le zeste est très épais. Cette contradiction n'est qu'apparente. Si, en effet, on sépare les graines du péricarpe pour les raisins et les nèfles du Japon, le zeste et l'endocarpe pour les fruits d'aurantiacées à peau très épaisse, et si l'on prend le quotient respiratoire de chacune de ces parties, on constate que le péricarpe des deux premiers fruits, l'endocarpe des derniers, donnent un quotient supérieur au quotient d'oxydation complète des acides, tandis que les graines ou le zeste fournissent un quotient inférieur à l'unité. Ces graines et ce zeste ont une activité respiratoire parfois considérable, et c'est leur respiration qui venait abaisser considérablement le quotient de transformation des acides en hydrates de carbone donné par la portion acide de ces fruits.

B. — Transformation des hydrates de carbone en acides. — Théoriquement, les hydrates de carbone, et en particulier les sucres, ne peuvent se transformer en acides que si le quotient respiratoire est inférieur à l'unité, et même beaucoup plus petit que 1.

En effet, les sucres sont des corps moins riches en oxygène que les acides. Il faudra donc fixer, dans la molécule des sucres, une certaine quantité d'oxygène pour la transformer en molécule acide.

C'est ainsi que la transformation de la glucose en acide malique peut avoir lieu par simple fixation d'oxygène sans départ de gaz carbonique, ce qui ressort de l'équation suivante :

$$2C^6H^{12}O^6 + 3O^2 = 3C^4H^6O^5 + 3H^2O. \quad \frac{\text{Vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{Vol } O^2 \text{ absorbé}} = 0$$

Dans les cas de l'acide citrique, on a :

$$C^6H^{12}O^6 + O^2 = C^6H^8O^7 + 2H^2O. \quad \frac{\text{Vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{Vol } O^2 \text{ absorbé}} = 0$$

dans celui de l'acide tartrique

$$4C^6H^{12}O^6 + 9O^2 = 6C^4H^6O^6 + 6H^2O. \quad \frac{\text{Vol } CO^2 \text{ dégagé}}{\text{Vol } O^2 \text{ absorbé}} = 0$$

Si donc la totalité des sucres se transformait en acides ; d'après les équations précédentes, sans qu'il se produise aucune autre réaction, le quotient respiratoire observé devrait, théoriquement, être égal à zéro. Si, au contraire, une partie des sucres subit le phénomène de la combustion

complète, le quotient respiratoire observé résultera de la superposition des deux phénomènes ; comme la combustion complète des hydrates de carbone se fait avec un quotient égal à 1, le quotient respiratoire observé sera plus petit que 1, mais il sera d'autant plus élevé que la combustion complète des hydrates de carbone qui constitue la respiration des plantes ordinaires sera plus intense, comme nous le disions tout à l'heure.

En un mot, le quotient théorique de formation des acides malique, tartrique, citrique, aux dépens des hydrates de carbone, est inférieur à l'unité, et d'autant plus voisin de zéro, que cette formation est plus active.

Verification expérimentale. — Nous avons semé des spores de *Sterigmatocystis nigra* sur un liquide Raulin ne contenant, comme aliment organique, que du sucre et nous avons maintenu la culture à l'abri de la lumière, et à basse température. Le quotient respiratoire, pris à deux reprises, a donné 0,65 et 0,62. Le liquide de culture filtré présente une réaction acide. Après avoir ajouté une solution d'acétate de soude, nous avons traité par le chlorure de calcium; il s'est formé un précipité blanc, insoluble dans l'acide acétique, mais soluble dans l'acide chlorhydrique ; lavé, puis calciné modérément, ce précipité a laissé un résidu de carbonate de chaux qui fait effervescence avec les acides : ce sont là les caractères de l'acide oxalique. Cet acide prend naissance aux dépens du sucre dans les cultures languissantes de *Sterigmatocystis nigra*, selon l'expression de M. Duclaux [1] ; et pendant sa formation, la moisissure fournit un quotient respiratoire très inférieur à l'unité.

Nous avons donc le droit de dire que les hydrates de carbone se transforment en acides plus oxygénés qu'eux, tels que les acides citrique, tartrique, malique, oxalique, dans les tissus vivants, en fournissant un quotient respiratoire de beaucoup inférieur à l'unité. Par suite, quand nous constaterons que la teneur d'une plante ou d'un fruit en acide augmente, tandis que la teneur en matières sucrées diminue, nous pourrons dire que les matières sucrées ont donné naissance à ces acides, si le quotient observé est très inférieur à l'unité; à la condition qu'il ne se produise pas une autre réaction pouvant donner un quotient respiratoire semblable.

Tel est le cas des plantes grasses contenant des acides. Si, comme l'ont fait MM. Auber, Warburg, Purjewicz, on expose au soleil ces plantes grasses, on observe que l'acidité diminue et que le sucre augmente. Si, ensuite, on place ces mêmes plantes dans l'obscurité et à basse température, il se produit un phénomène inverse, la quantité de sucre diminue, l'acidité augmente et le quotient respiratoire est beaucoup plus petit que 1.

3° Transformation des hydrates de carbone en huiles et réaction inverse

a. — *Transformation des hydrates de carbone en huiles.* — Comme pour les acides, on a depuis longtemps observé, dans les fruits et graines

1. Duclaux : *Chimie biologique* 1883, p. 219.

oléagineuses, une relation étroite entre les huiles et les hydrates de carbone ou les matières sucrées. C'est ainsi que déjà en 1844 Mulder[1] dit :

« L'amidon se transforme en corps gras. A cet effet, il fixe de l'eau, et la substance sucrée ainsi formée par hydratation, se dédouble d'une part en corps gras, de l'autre en oxygène libre. Tout l'oxygène mis en liberté n'est pas restitué à l'atmosphère, ajoute-t-il, une partie étant utilisée pour la formation de la chlorophylle. » Mais cette affirmation ne repose que sur les deux faits suivants, observés le premier par Mulder, le second par Hugo-Mohl :

La chlorophylle est toujours accompagnée de corps gras.

Les grains d'amidon sont généralement entourés de chlorophylle.

Il faut bien reconnaître que ces deux observations ne constituent pas une preuve bien sérieuse de la transformation des hydrates de carbone en corps gras. S. de Luca[2], dans ses recherches physiologiques sur les olives, serre de plus près la question. Après avoir découvert la présence de la mannite dans les diverses parties de l'olivier, il suit sa migration des feuilles dans le fruit, où elle se localise aussitôt après la fécondation. Puis, il observe la diminution progressive de cette substance dans l'olive, au fur et à mesure que la quantité d'huile augmente dans ce fruit : tandis que les olives vertes très jeunes offrent le maximum de mannite et quelques traces d'huile, les olives mûres n'ont plus du tout de mannite, mais contiennent le maximum d'huile.

De Luca conclut simplement de ses observations qu'il doit exister quelque relation entre ces deux substances. Il n'ose pas aller plus loin et dire que la mannite se transforme en huile ; il a raison, car, tant que le fruit reste attaché à l'arbre, il se produit entre lui et la plante des échanges continuels dont la nature nous est inconnue, de sorte qu'il n'est pas permis de dire, dans de pareilles conditions, qu'une substance a donné naissance à une autre parce que la première diminue de quantité, puis disparaît alors que la seconde apparaît. Et cependant, à partir de ce moment, on a admis que la mannite se transforme en huile dans les olives. Tel est l'état de la question touchant les fruits qui contiennent de l'huile dans leur péricarpe. Voyons maintenant quelles sont les idées qui ont cours au sujet des graines oléagineuses.

A la suite d'observations du même ordre que les précédentes,

[1] Mulder. « Versuch einer allgemeinen physiologischen Chemie » 1844.

[2] S. de Luca. « Recherches sur la formation de la matière grasse dans les olives. » Ac. Sc. 26 août 1861, 15 septembre 1862, 22 septembre 1862, et An. Sc. Nat. IVe série, t. XV, p. 92 et t. XVIII, p. 125.

M. Sachs[1], M. Müntz[2] et M. Leclerc du Sablon[3] ont admis que les corps gras contenus dans les graines oléagineuses prenaient naissance dans les graines mêmes, aux dépens des hydrates de carbone et plus directement des glucoses.

L'opinion de M. Müntz repose sur l'observation qu'il a faite de la présence, dans la silique jeune du Colza, d'une très grande quantité de glucose, alors qu'il n'existe qu'une très petite quantité de corps gras dans la graine, puis de la constation de la diminution rapide de cette glucose au moment où l'on observe une augmentation également rapide de corps gras dans les graines.

De son côté, M. Leclerc du Sablon fonde son opinion sur la présence d'une grande quantité de glucose et de saccharose dans les graines de ricin jeunes, qui contiennent alors très peu d'huile, et sur la diminution rapide de ces substances sucrées, accompagnée d'une prompte augmentation en huile.

Les observations que nous avons présentées au sujet des recherches de M. de Luca, s'appliquent aussi aux recherches de MM. Müntz et Leclerc du Sablon ; nous n'insisterons donc pas davantage et nous dirons que : pour les graines oléagineuses, comme pour les olives, il n'existe pas de preuves directes de la transformation des hydrates de carbone en substances grasses. C'est d'ailleurs ce qui a déterminé l'éclosion d'un grand nombre d'hypothèses nouvelles sur la formation des corps gras dans les végétaux, hypothèses ingénieuses parfois, mais qui sont loin de présenter le même degré de probabilité que celles de MM. de Luca, Müntz, Leclerc du Sablon, etc. Notre méthode des quotients respiratoires va, une fois de plus, être d'une grande utilité. Elle va nous permettre d'affirmer que les relations étroites qui existent entre la diminution des hydrates de carbone et l'augmentation des corps gras, ne sont en aucune façon accidentelles, mais sont des relations de causes à effet.

Les hydrates de carbone sont des corps plus oxydés que les corps gras. Ils ne peuvent donc théoriquement se transformer en corps gras qu'en perdant de l'oxygène. Cette perte peut avoir lieu de trois façons :

a. — Il y a simple départ d'oxygène libre, et celui-ci s'en va enrichir l'atmosphère environnante. C'est la conception de Mulder, comme nous l'avons déjà vu.

1. Sachs : « Ueber das Auftreten der Stärke bei der Keimung ölhaltiger Samen ». — Bot. Zeitung 20 mai 1859.

2. Müntz : « Recherches sur la maturation des graines ». An. Sc. Nat. Bot. 1886, 7e série, t. III, p. 73.

3. Leclerc du Sablon : « Sur la germination des graines oléagineuses ». Rev. Gen. Bot. 1896, t. VII, p. 165.

b. — Il y a départ d'oxygène à l'état de gaz carbonique, lequel étant un corps beaucoup plus oxydé que les corps gras, laissera par son départ un corps moins oxydé que la glucose d'où il s'est détaché. Ce départ de gaz carbonique aura donc produit une véritable réduction de la glucose en corps gras. C'est la théorie défendue par M. Gautier ; voici d'ailleurs la formule qu'il donne de la transformation de la glucose en huile :

$$\underset{\text{glucose}}{13\,C^6H^{12}O^6} = \underset{\text{oléostéaromargarine}}{C^{55}H^{104}O^6} + 26\,H^2O + 23\,CO^2$$

Le gaz carbonique ainsi produit se dégage dans l'atmosphère.

c. — Il y a départ simultané d'oxygène et de gaz carbonique. Or les graines et les fruits oléagineux présentent, tout comme les plantes ordinaires, une respiration normale caractérisée, comme MM. Bonnier et Mangin l'ont démontré, par l'absorption d'une quantité d'oxygène presque égale à la quantité de gaz carbonique qui est dégagée. Il en résulte que la superposition du phénomène de réduction des hydrates de carbone en corps gras, à celui de la respiration normale, déterminera l'élévation du quotient respiratoire au-dessus de l'unité.

Vérification expérimentale. — Les graines de ricin passent, pendant la durée de leur développement, par trois phases successives bien distinctes :

Pendant la première, on ne rencontre que des matières sucrées et des hydrates de carbone, mais pas d'huile.

Pendant la troisième, on ne rencontre que de l'huile et pour ainsi dire pas de matières sucrées et d'hydrates de carbone.

Pendant la seconde période, au contraire, on constate une diminution progressive des matières sucrées et des hydrates de carbone, et une augmentation progressive des huiles.

C'est seulement pendant cette deuxième période que nous avons constaté des quotients respiratoires supérieurs à l'unité ; pendant la première et la troisième période où les variations en huiles et en hydrates de carbone sont à peine sensibles, les quotients respiratoires ont toujours été inférieurs à l'unité.

Les observations que nous avons faites sur les olives, nous ont fourni les mêmes résultats.

Il faut bien reconnaître, que l'existence simultanée de ces trois faits : ninution des hydrates de carbone (ricin) ou de la mannite (olive), ɣmentation de l'huile, élévation du quotient respiratoire au-dessus l'unité, incite à conclure à la transformation en huile de la mannite les hydrates de carbone dans le fruit ou la graine, car nous avons que théoriquement les huiles ne peuvent prendre naissance aux pens de ces substances qu'en fournissant un quotient plus grand › 1.

Mais n'oublions pas la critique que nous avons déjà formulée au sujet des conclusions que l'on a tirées des recherches de MM. S. de Luca, Müntz, Leclerc du Sablon, etc. N'oublions pas que les fruits et les graines oléagineuses sont constamment en rapport avec la plante durant leur développement.

Tant que ces fruits et ces graines sont attachées à la plante, il existe entre celle-ci et ceux-là un double courant de sève. L'un va de la plante vers le fruit ou la graine ; il amène à ceux-ci un certain nombre de substances élaborées par les feuilles (la mannite, les hydrates de carbone, etc.) ; l'autre va du fruit ou de la graine vers la plante et restitue à celle-ci un certain nombre de substances modifiées ou non.

La nature des substances ainsi échangées nous est bien peu connue ; il pourrait se faire d'une part que l'huile subisse comme la mannite et les hydrates de carbone, une migration des feuilles dans le fruit ou la graine, et d'autre part que cette mannite et ces hydrates de carbone soient complètement oxydés ou bien retournent dans la plante mère, tandis que l'huile serait mise en réserve ; quant au quotient supérieur à l'unité il aurait une cause toute différente de celle que nous lui supposons.

Cette cause ne saurait être recherchée dans la destruction des acides tartrique, citrique, malique, oxalique etc., car il n'existe aucun de ces acides dans les olives et les ricins ; elle ne peut pas non plus être recherchée dans la formation d'alcools et d'ethers parfumés puisque ceux-ci n'existent pas davantage. Il est donc bien difficile d'attribuer à un autre motif qu'à la transformation de la mannite et des hydrates de carbone en huile, le quotient supérieur à l'unité que nous avons observé.

Mais, nous ne pourrons être affirmatifs sur ce sujet que si nous constatons, chez les olives et les graines de ricin séparés de la plante mère, la simultanéité de ces trois faits : *Diminution de la mannite et des hydrates de carbone, augmentation de la quantité d'huile, quotient respiratoire supérieur à l'unité.*

α *Quotient respiratoire supérieur à l'unité.* — Une olive verte cueillie le 10 octobre et placée dans une atmosphère confinée, à l'obscurité complète, la température étant de 17°, a donné les quotients suivants :

Dates	Durée de l'expérience	Quotients respiratoires
11 octobre	25 heures	1,46
12 —	22 heures	1,40
13 —	22 h. 50	1.32
14 —	22 heures	1,14

β *Diminution de la mannite et des hydrates de carbone.* — En même temps que nous faisions respirer cette olive, d'autres, cueillies au même arbre, présentant le même poids, les mêmes caractères extérieurs, étaient divisées en deux lots : L'un, traité immédiatement après la cueillette par l'eau bouillante a donné une solution que l'on a évaporé à sec, après filtration. Le résidu d'évaporation, traité par l'alcool bouillant a abandonné à cet alcool de la mannite qui a cristallisé par refroidissement. Le second lot, traité de la même façon, après être resté exposé pendant cinq jours à 17°, n'a pas fourni de mannite.

γ. – *Augmentation de la quantité d'huile.* — S. de Luca [1], ayant analysé deux lots d'olives d'une teinte un peu verdâtre, cueillies le 14 janvier 1861, le premier aussitôt après la cueillette, le second après vingt jours d'exposition à l'air et à la lumière diffuse, a trouvé 66,9 0/0 de matière soluble dans le sulfure de carbone pour le premier lot et 69,86 0/0 pour le second. (Cette matière soluble dans le sulfure de carbone est rapportée au poids de la pulpe sèche des olives.)

Une nouvelle expérience faite le 28 janvier de la même année, lui a donné des résultats comparables, puisque le lot traité immédiatement après la cueillette a fourni 65,38 0/0 de matière soluble dans le sulfure de carbone, et l'autre, traité après avoir été exposé 80 jours à l'air et à la lumière du soleil, lui a donné 69,2 0/0 de cette substance.

Ces expériences, ainsi que d'autres exécutées antérieurement par Presta [2] permettent de dire que l'huile augmente dans les olives après leur séparation de l'arbre.

Conclusions. — La mannite et les hydrates de carbone se transforment en corps gras dans les tissus vivants en fournissant un quotient respiratoire supérieur à l'unité.

Par suite, quand nous constaterons que la teneur en hydrates de carbone d'une plante ou d'une partie de plante diminue, tandis que la teneur en matières grasses augmente, nous pourrons dire que les hydrates de carbone et plus particulièrement les matières sucrées ont donné naissance à ces corps gras, si le quotient respiratoire observé est supérieur à l'unité, à la condition, toutefois, qu'il ne se produise pas une autre réaction pouvant donner un quotient respiratoire semblable.

Tel est le cas de tous les fruits et graines qui contiennent des réserves oléagineuses, et dans lesquelles nous avons suivi, d'une façon détaillée, la formation de ces réserves [3].

– *Réaction inverse. — Transformation des corps gras en hydrates*

S. de Luca. Loc. cit.

Presta (Giovanni). Degli ulivi, delle ulive et de la maniera di cavar l'olio : *ma di opere scelte edite ed inedite di scrittori di terra d'Otranto diretta da itore Grande. Lecce tipografia editrice Salentina 1786.*

C. Gerber. C R. Ac. Sc. 1897.

de carbone — Théoriquement, la transformation des corps gras en hydrates de carbone exige un quotient inférieur à l'unité. En effet, sa limite supérieure est représentée par le quotient d'oxydation complète des corps gras, lequel, comme nous l'avons montré, est voisin de 0,70. Quant à sa limite inférieure, l'équation suivante dans laquelle nous avons adopté la formule de l'oleostearomargarine de M. Gautier, montre qu'elle est égale à zéro.

$$\underbrace{6\,C^{55}H^{104}O^{6}}_{\text{oleostearomargarine}} + 138\,O^{2} = \underbrace{55\,C^{6}H^{10}O^{5}}_{\text{hydrate de carbone}} + 37\,H^{2}O - \frac{\text{Vol}\,CO^{2}\,\text{dégagé}}{\text{Vol}\,O^{2}\,\text{absorbé}} = 0$$

On voit donc que le quotient de transformation des corps gras en hydrates de carbone doit être très faible. C'est d'ailleurs le résultat auquel M. Chauveau est arrivé, à la suite de ses belles recherches sur : « *La vie et l'énergie chez l'animal* ». Le savant physiologiste donne en effet l'équation suivante de la transformation des corps gras en hydrates de carbone avec oxydation rudimentaire

$$2C^{57}H^{110}O^{6} + 134O = 16C^{6}H^{12}O^{6} + 18CO^{2} + 14H^{2}O$$

ce qui donne, au quotient respiratoire, la valeur suivante

$$\frac{\text{Vol}\,CO^{2}\,\text{dégagé}}{\text{Vol}\,O^{2}\,\text{absorbé}} = 0{,}27$$

Vérification expérimentale.— Si l'on fait germer des graines de ricin dans un milieu privé de tout aliment organique, la proportion d'huile diminue, la quantité d'hydrates de carbone augmente puisque la graine donne naissance à une petite plante qui s'accroît par cloisonnement de cellules primitives, c'est-à-dire par formation de parois celluloriques. Il y a donc, manifestement, transformation des corps gras en hydrates de carbone. Or, tous les auteurs qui ont étudié les échanges gazeux entre les graines de ricin en germination et l'atmosphère, ont constaté que leur quotient respiratoire était, de beaucoup, inférieur à l'unité.

Conclusions. — Les corps gras se transforment en hydrates de carbone dans les tissus vivants, en fournissant un quotient respiratoire très inférieur à l'unité.

Par suite nous pourrons, quand nous constaterons que la teneur en corps gras d'une plante ou partie de plante oléagineuse diminue et que celle des hydrates de carbone augmente, dire que les corps gras donnent naissance aux hydrates de carbone, si le quotient respiratoire observé est très inférieur à l'unité, à la condition, toutefois, qu'il ne se produise pas une autre réaction pouvant donner un quotient respiratoire offrant les mêmes caractères. Tel est le cas de toutes les graines oléagineuses, pendant la période de germination.

4° *Transformation des hydrates de carbone en alcools*

Dès 1831, c'est-à-dire bien avant les travaux de MM. Lechartier et Bellamy sur la *formation d'alcool dans les fruits privés d'oxygène*,

Couverchel[1] avait annoncé que les poires, les nèfles, *forment de l'alcool dans leurs tissus, pendant leur blettissement, au contact de l'air*. Il est vrai que cette affirmation ne reposait sur aucun fait précis. A cette époque, on ne songeait pas à se mettre à l'abri des organismes microscopiques. Pasteur pouvait donc supposer que l'alcool signalé par Couverchel était dû à la vie des cellules de la levure de bière introduites accidentellement dans ces fruits.

Aussi, ce grand savant proclame-t-il, en 1872, la nécessité de la suppression de l'oxygène pour que le phénomène de la fermentation alcoolique se produise dans les fruits : « *Au libre contact de l'air, l'alcool et l'acide carbonique ne sauraient apparaître que d'une manière accidentelle*[2] », dit-il. Jusqu'à ces derniers temps, on n'admettait donc pas que les plantes puissent donner naissance à de l'alcool, tant qu'elles sont en rapport avec l'oxygène de l'air. Eh bien, là encore, notre méthode des quotients respiratoires intervient heureusement, et, grâce à elle, nous pouvons dire aujourd'hui :

Pendant le blettissement, au contact de l'air, des fruits parfumés, il se forme sous l'influence directe de l'activité des cellules de ces fruits, aux dépens des matières sucrées, des alcools et des acides volatils qui se combinent pour donner le parfum particulier de ces fruits. Cette fermentation alcoolique se révèle à l'extérieur par l'élévation du quotient respiratoire au-dessus de l'unité.

Théoriquement, le quotient respiratoire d'une plante dans laquelle les matières sucrées se transforment en alcools doit être de beaucoup supérieur à l'unité.

On sait, en effet, que la fermentation alcoolique des matières sucrées consiste principalement dans leur dédoublement en gaz carbonique et en alcool

$$C^6 H^{12} O^6 = 2 CO^2 + 2 C^2 H^6 O H.$$

Il y aura donc, si une plante ou une partie de plante est le siège d'une production d'alcool, dégagement d'anhydride carbonique sans absorption d'oxygéne, et si aucun autre échange gazeux ne se produit entre la plante et l'atmosphère, le quotient respiratoire observé sera égal à l'infini. Mais si, à côté des cellules ou des parties de cellules vant d'une vie anaérobie, les autres cellules ou les autres parties s mêmes cellules se comportent comme les cellules des plantes linaires et des organes en voie de croissance, c'est-à-dire absorbent volume d'oxygène à peu près égal au volume de gaz carbonique

. Couverchel. *Mémoire sur la maturation des fruits*, Ann. de Ph. et de Ch. 1.

Pasteur. Comptes rendus, Ac. Sc. 1872, t. LXXV, p. 789.

qu'elles dégagent, le quotient respiratoire observé résultera de la superposition des deux respirations; il sera donc plus petit que l'infini, et tout en étant constamment supérieur à l'unité, il sera d'autant plus abaissé que la respiration ordinaire sera plus active.

Vérification expérimentale. — Deux fruits de Kakis Zendji sont détachés de l'arbre quelques jours avant leur maturité. Ils offrent les mêmes caractères extérieurs : consistance ferme, couleur jaune rougeâtre, absence de parfum.

Nous en analysons un immédiatement. Il ne contient pas d'alcools, mais renferme beaucoup de sucres et de tannins ; nous plaçons l'autre, pendant à peu prés quinze jours, dans une atmosphère confinée, à 33°. Cette atmosphère est analysée à diverses reprises et renouvelée chaque fois.

Voici les quotients obtenus, que nous empruntons à notre travail sur la maturation des fruits contenant du tannin et de l'amidon :

Dates de l'analyse	Quotients	Dates de l'analyse	Quotients
31 octobre	0,93	6 novembre	1,42
2 novembre	0,79	8 —	2.21
4 —	0,90	11 —	3,04
		13 —	3,07

Tant que le quotient respiratoire a été inférieur à l'unité, la consistance est restée ferme et le fruit n'a dégagé aucun parfum. Aussitôt que le quotient est devenu supérieur à l'unité, le fruit s'est ramolli et le parfum a apparu. Ce parfum a augmenté de plus en plus, comme le quotient, en même temps que le fruit devenait de moins en moins ferme.

En employant la méthode de recherche des acides et des alcools de M. Duclaux, nous avons trouvé, dans ce kaki, de l'acide acétique, des traces d'acides supérieurs, de l'alcool ordinaire, et une faible quantité d'alcool amylique. Ces substances sont combinées probablement à l'état d'acétate d'amyle (odeur dominante), d'acétate d'ethyle et peut être d'œnanthylate ou de pelargonate d'éthyle. Aucun de ces acides et surtout de ces alcools n'existait dans le kaki analysé au début de l'expérience ; nous sommes donc amenés à rapprocher ces deux faits : quotients supérieurs à l'unité et formation d'alcools.

Mais l'analyse révèle aussi la disparition, dans le kaki parfumé, des tannins qui existaient au début de l'expérience ; nous n'avons donc pas, scientifiquement, le droit d'assigner, pour origine, à l'alcool, les matières sucrées plutôt que les tannins. Aussi, avons-nous jugé nécessaire de démontrer directement que le tannin ne peut être considéré (en temps qu'ether digallique), comme l'origine de l'alcool fourni par les fruits parfumés.

A cet effet, nous avons exposé à la température de 0°, pendant deux mois, dans une atmosphère confinée, un kaki zendji, au moment où, présentant les mêmes caractéres extérieurs de développement que les deux kakis précédents, il contenait beaucoup de tannins. Les quotients respiratoires, déterminés à diverses reprises, ont toujours été inférieurs à l'unité, et à la fin de l'expérience, le fruit ne contenait ni alcool, ni acides ; mais il

avait perdu son tannin, il était simplement sucré. Donc le tannin n'est : ni l'origine de l'alcool formé dans les plantes, ni celle du quotient respiratoire supérieur à l'unité observé pendant la production de l'alcool. L'origine de ce dernier corps doit donc être recherchée dans les hydrates de carbone (matières sucrées) contenus dans ces plantes.

Reste à démontrer que l'alcool est bien le résultat de l'activité propre des cellules des plantes et non de celle de *sacchromyces*, ou de bacteries qui, comme l'*amylozyme* de M. Perdrix ou le *bacillus orthobutylicus* de M. Grimbert, transforment les hydrates de carbone en alcools et acides volatils.

Jamais nous n'avons réussi, malgré des recherches incessantes, à isoler de l'intérieur des *fruits sains* dans lesquels nous constations la fermentation alcoolique, une forme quelconque de levûre.

D'autre part, nous avons constaté qu'il ne se dégageait jamais d'hydrogène libre de ces fruits ; or, les deux microbes de MM. Perdrix et Grimbert dégagent de l'hydrogène en même temps que du gaz carbonique.

Conclusions. — La formation d'alcools, dans les tissus vivants des plantes supérieures est dûe à la vie propre des cellules de ces plantes.

Elle est le résultat d'une fermentation alcoolique semblable à celle produite par la levûre de bière, et se manifeste, à l'extérieur, par l'élévation du quotient respiratoire au-dessus de l'unité.

Par suite, quand nous constaterons l'apparition de l'alcool ou des éthers parfumés dans une plante ou une partie de plante, nous pourrons dire que cet alcool provient d'une fermentation des matières sucrées déterminée par la vie propre des cellules de ces plantes, si le quotient respiratoire observé est supérieur à l'unité, à la condition toutefois qu'il ne se produise pas une autre réaction pouvant donner un quotient respiratoire semblable.

Tel est le cas de tous les fruits qui se parfument, ainsi que de certaines tiges charnues (l'axe dans lequel sont enchassées les fleurs de l'ananas par exemple), où nous avons suivi, dans tous leurs détails, le mécanisme de la disparition des tannins, le blettissement et la formation des ethers parfumés.

Dans l'étude que nous venons de faire des modifications que subissent les composés ternaires dans les plantes, après avoir vérifié par l'expérimentation la justesse des considérations théoriques sur les échanges
eux correspondant à chaque transformation envisagée, nous avons
des conclusions en faisant, chaque fois, la restriction suivante
... *à la condition qu'il ne se produise pas une autre réaction*
nvant donner lieu à un quotient respiratoire semblable »
oici deux exemples qui vont nous montrer la nécessité de cette
riction.
s sorbes, les nèfles de Germanie, etc., présentent au début et à la

fin de leur développement un quotient respiratoire plus grand que 1. Ces fruits ne contiennent pas de corps gras ; nous pouvons donc éloigner l'hypothèse d'un quotient de formation des corps gras ; mais ils contiennent des acides et des éthers parfumés. Les quotients observés indiquent-ils en même temps la transformation des *acides en sucres* et celle des *sucres en alcools* ; ne sont-ils pas, plutôt, à un certain moment, la preuve que les acides se transforment en sucres, et, à un autre, la preuve que les sucres se transforment en alcools.

Il semble impossible, au premier abord, de faire la lumière sur cette question complexe.

De même, les fruits de l'amandier doux présentent, à divers moments de leur développement, des quotients respiratoires supérieurs à l'unité. Ils ne contiennent pas d'alcools ; nous pouvons donc éloigner l'hypothèse d'un quotient de fermentation alcoolique ; mais ils contiennent des acides, dans leur coque avant qu'elle ne soit devenu complètement dure, et des corps gras dans leurs graines. Les quotients observés indiquent ils, en même temps, la transformation des acides en hydrates de carbone et celle des hydrates de carbone en corps gras ; ne sont-ils pas, plutôt, à un certain moment, la preuve que les acides se transforment en hydrates de carbone, et, à un autre, la preuve que les hydrates de carbone se transforment en corps gras. Ce problème semble aussi insoluble que le premier. En un mot : il paraît impossible de reconnaître si :

D'une part, le quotient respiratoire, supérieur à l'unité, fourni par un fruit acide et parfumé, indique une transformation des acides en hydrates de carbone, ou une fermentation alcoolique des substances sucrées,

D'autre part, le quotient respiratoire, supérieur à l'unité, fourni par un fruit acide et oléagineux, indique une transformation des acides en hydrates de carbone ou une transformation des hydrates de carbone et plus particulièrement des sucres en corps gras.

Il n'en est rien. Il suffit de joindre à l'étude de la valeur des quotients respiratoires, celle de l'intensité respiratoire, pour résoudre les deux problèmes ci-dessus, qui ont une très grande importance, comme pour résoudre d'ailleurs les problèmes semblables que l'on pourrait poser au sujet des divers quotients inférieurs à l'unité ; la distinction de ces dernier quotients étant loin de présenter un intérêt aussi grand que la distinction des quotients supérieurs à l'unité, nous ne nous occuperons, dans ce travail, que de ceux-ci.

Voici les résultats des études que nous avons entreprises sur cette importante question.

1° *Différences entre le quotient de fermentation et le quotient de transformation des acides en hydrate de carbone ou quotient d'acides.*

Le quotient de fermentation diffère du *quotient d'acides.*

a. — *Par l'époque à laquelle on le constate.* — Chez les fruits cueillis avant la maturité, il se manifeste à la fin de la maturation, tandis que le quotient d'acides apparaît au début;

b. — *Par la température minima à laquelle il se manifeste.* — On l'observe aux températures basses, même à 0°, chez les fruits qui présentent encore à cette température une activité cellulaire assez forte pour avoir besoin d'une quantité notable d'oxygène, tandis que le *quotient d'acides* n'apparaît guère, qu'à 30°.

c. — *Par sa valeur.* — Cette valeur est souvent supérieure à 3, tandis que le *quotient d'acides* est toujours inférieur à 2, et généralement plus petit que 1,50.

d. — *Par l'intensité respiratoire correspondante.* — La quantité de gaz oxygène absorbé par le fruit, quand on constate le *quotient de fermentation*, est bien moins forte qu'avant son apparition, tandis que cette quantité est bien plus forte quand c'est le *quotient d'acides* qui se manifeste ;

e. — *Par les modifications qu'il éprouve sous l'influence du sectionnement.* — Le sectionnement diminue légèrement sa valeur et augmente à peine l'intensité respiratoire correspondante, tandis qu'il élève considérablement le *quotient d'acides* en même temps que l'intensité respiratoire s'accroît fortement;

2° *Différences entre le quotient de transformation des hydrates de carbone en corps gras ou quotient gras et le quotient d'acides.*

Le *quotient gras* diffère du *quotient d'acides.*

a. — *Par l'époque à laquelle on le constate.* — Chez les fruits et les graines oléagineux, il se manifeste à la fin du développement, tandis que le *quotient d'acides* apparaît au début.

. — *Par la température minima à laquelle il se manifeste.* — On ıserve aux températures basses aussi bien qu'aux températures vées, tandis que le *quotient d'acides* n'apparaît guère qu'à 30°.

— *Par les modifications qu'il éprouve sous l'influence du sec-ınnement.* — Le sectionnement diminue légèrement sa valeur, tandis 'l élève considérablement le *quotient d'acides*; mais dans les deux l'intensité respiratoire s'accroît fortement.

3° *Différences entre le quotient de fermentation et le quotient gras.*

Le *quotient gras* diffère du *quotient de fermentation.*

a. — *Par sa valeur.* — Cette valeur est généralement plus petite que 1,50 tandis que le *quotient* de fermentation est souvent supérieur à 3.

b. — *Par l'intensité respiratoire correspondante.* — La quantité de gaz oxygène absorbée par les graines oléagineuses, quand se manifeste le *quotient gras,* est bien plus forte qu'avant son apparition, tandis que cette quantité est bien moins forte quand c'est le *quotient de fermentation* qui apparaît.

c. — *Par les modifications qu'éprouve l'intensité respiratoire sous l'influence du sectionnement.* — Le sectionnement diminue aussi bien la valeur du *quotient gras* que la valeur du *quotient de fermentation,* mais tandis que ce sectionnement augmente considérablement l'intensité respiratoire des graines et fruits oléagineux, il n'a pour ainsi dire aucune influence sur l'intensité respiratoire des fruits dont le parfum est très prononcé.

Si nous appliquons maintenant cette méthode des quotients respiratoires, ainsi modifiée par l'observation de l'intensité respiratoire, aux deux problèmes que nous nous étions posés tout à l'heure, nous obtenons les solutions suivantes que nous empruntons à notre travail sur la maturation des fruits.

a. — Les fruits charnus sucrés qui contiennent, à certains moments de leur développement et de leur maturation, des acides et des alcools (ces derniers, généralement à l'état d'éthers parfumés), offrent trois périodes dans leur maturation.

Pendant la première période, les acides sont oxydés ou transformés en hydrates de carbone ; il en résulte un quotient supérieur à l'unité (*quotient d'acides*) qui diminue peu à peu et devient inférieur à l'unité quand les acides ont disparu.

Pendant la seconde période, le tannin est brûlé, puis la pectine apparaît, les cellules s'asphyxient et déterminent la fermentation des substances sucrées qui donnent des alcools et des acides volatils combinés, d'où le parfum. Le quotient respiratoire qui, au début de cette période, est inférieur à l'unité, s'élève rapidement jusqu'au dessus de 3. Durant cette seconde période, le fruit jaunit, prend un aspect mat et sa consistance devient moins ferme.

Pendant la troisième période, les cellules, ne pouvant s'adapter à ce nouveau genre de vie (fermentation), meurent : le fruit blettit. Le

quotient s'abaisse, ainsi que l'intensité respiratoire qui devient très faible.

b. Les fruits de l'amandier doux présentent souvent aux diverses phases de leur développement un quotient supérieur à l'unité. Ce quotient est dû :

1° A l'acidité de la coque dans les fruits jeunes (*quotient d'acides*);

2° A l'acidité de la coque et à la formation des corps gras dans la graine, dans les fruits ayant atteint à peu près la moitié de leur développement (*quotient d'acide et quotient gras superposés*);

3° Exclusivement à la formation des corps gras de la graine, dans les fruits voisins de la maturité (*quotient gras*).

Telle est cette méthode des quotients respiratoires qui, quoique ne présentant pas toute la rigueur scientifique des méthodes de chimie pure (il est bien difficile d'exiger une rigueur absolue dans les procédés de la chimie biologique), nous a permis d'obtenir un certain nombre de résultats physiologiques intéressants en ce qui concerne les modifications que les substances ternaires subissent dans les végétaux, que ces substances soient complètement brulées pour fournir la chaleur nécessaire à l'activité vitale des cellules, ou qu'elles se transforment les unes dans les autres pour constituer des réserves devant être utilisées plus tard.

M. MOUNEYRAT

SUR UNE NOUVELLE MÉTHODE GÉNÉRALE DE SYNTHÈSE DES CARBURES D'HYDROGÈNE CHLORÉS, BROMÉS ET CHLOROBROMÉS DE LA SÉRIE ACYCLIQUE [547-2]

— *Séance du 8 aout* —

En étudiant l'action du chlorure d'aluminium anhydre $AlCl^3$ sur le chloral dans des conditions un peu différentes de celles d'Alphonse Combe (*Ann. chim. Phys*; 6e série, t. XII. p. 266) je suis arrivé à des conclusions qui diffèrent sur certains points de celles de ce savant.

(*Action de* $AlCl^3$ *sur* $CCl^3 - COH^2$). – Après avoir chauffé au bain-marie le mélange ($AlCl^3 + CCl^3 - COH$) jusqu'à ce qu'il ne dégage plus de gaz chlorhydrique, j'ai obtenu après destruction par l'eau chlorhydrique, lavages, déssication, et distillation fractionnée : au-dessous de 100° du chloral inaltéré, à 120°-121° du perchloréthène ($CCl^2 = CCl^2$), à 159°-160° une notable quantité de ($CCl^3 - CCl^2H$) au-dessus de 160° une huile épaisse, lourde, identique à celle d'Alphonse Combes. Cette expérience nous montre ce fait intéressant qu'une partie du ($AlCl^3$) pour donner ($CCl^3 - CCl^2H$) a dû se comporter, vis-à-vis du chloral, exactement comme l'aurait fait le (PCl^5) c'est-à-dire qu'on a :

$$3\,(CCl^3 - COH) + (AlCl^3)^2 = (CCl^3 - CCl^2H)^3 + Al^2O^3$$

Le pentachloréthane ainsi formé se transforme, ainsi que je vais le démontrer dans la suite sous l'influence de ($AlCl^3$) en perchloréthène ($CCl^2 = CCl^2$) avec dégagement d'acide chlorhydrique.

$$CCl^3 - CCl^2H = HCl + CCl^2 = CCl^2$$

Action de Cl *sur* $CCl^3 - COH$ *en présence de* $AlCl^3$. — Si dans le mélange précédent ($CCl^3 - COH + AlCl^3$) porté à 75°-80° on lance un courant de chlore sec, il se produit un abondant dégagement d'HCl et ce gaz est entièrement absorbé. Au bout de quelque temps les parois du ballon ainsi que le tube amenant le chlore dans la mane se recouvrent de magnifiques cristaux blancs a odeur de camphre très prononcée.

En jetant dans l'eau le contenu du ballon, lorsque le chlore cesse d'être absorbé, on obtient une poudre blanche, qu'on essore à la trompe, purifie par sublimation et cristallisation dans la ligroine.

On obtient de jolis cristaux d'Hexachloréthane ($CCl^3 - CCl^3$) Ce procédé fournit en Hexachloréthane un rendement de 75-80 % du poids de $CCl^3 - COH$ employé. La formation de ($CCl^3 - CCl^3$) s'explique facilement, on voit en effet que le chlore se fixe sur ($CCl^2 - CCl^2$) au fur et à mesure de la formation de ce dernier.

$$CCl^2 = CCl^2 + Cl^2 = CCl^3 - CCl^3$$

Pour interpréter les faits qui précèdent, j'ai avancé que le chlorure d'aluminium anhydre agissant sur le pentachloréthane provoquait sur ce dernier corps le départ d'une molécule d'HCl pour donner ($CCl^2 - CCl^2$).

Action de $AlCl^3$ *sur* $CCl^3 - CCl^2H$. — Pour vérifier cette Hypothèse j'ai chauffé à 100° le mélange ($CCl^3 - CCl^2H$, 200gr + $AlCl^3$, 10gr

Dans ces conditions, il se produit un dégagement régulier continu d'acides (HCl). Lorsque ce dégagement cesse, on détruit, par l'eau

distillée, le ($Al\,Cl^3$), on sèche et distille le produit obtenu. On obtient un liquide passant tout entier à 120°-121°, c'est du perchloréthène, ($CCl^2 = CCl^2$) C'est là le meilleur procédé de préparation de ce corps les rendements sont théoriques.

Pour expliquer cette action de présence du chlorure d'aluminium, j'admets que ce puissant agent de synthèse donne au préalable, avec ($CCl^3 - CCl^2H$) — avec dégagement d'HCl, un composé organométallique susceptible de se décomposer, sous l'influence de la chaleur pour régénérer le $Al\,Cl^3$ et donner ($CCl^2 = CCl^2$). Les équations suivantes expriment cette hypothèse.

$$(\alpha) \qquad CCl^3 - CCl^2H + AlCl^3 = CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 + HCl$$

$$(\beta) \qquad CCl^3 - CCl^2 - AlCl^2 = CCl^2 = CCl^2 + AlCl^3$$

On conçoit ainsi qu'une quantité relativement faible d'$AlCl^3$ suffise pour transformer de grandes quantités de ($CCl^3 - CCl^2H$) en $CCl^2 = CCl^2$.

Cette réaction, et bien d'autres que je me dispenserai de donner ici, nous montre nettement que le chlorure d'Aluminium anhydre $AlCl^3$ jouit de la propriété de créer, sur les carbures d'hydrogène chlorés de la série grande, par perte d'HCl entre deux atomes de carbone voisin d'une molécule des *doubles liaisons éthylénïques*. Me basant sur cette propriété, j'ai réalisé à l'aide de ce puissant agent de synthèse une méthode de chloruration, applicable à toute la série acyclique. Il est évident en effet que si, dans un mélange ($C^xH^yCl^z + Al\,Cl^3$) porté à une température convenable nous faisons arriver un Halogène (*Chlore ou Brome*), les doubles liaisons vont se rompre au fur et à mesure de leur formation, pour donner un corps renfermant un atome d'Halogene de plus que celui d'où l'on est parti. C'est donc là à la fois une méthode générale de synthèse des carbures d'Hydrogène chlorés et chlorobromés de la série acyclique.

D'une façon générale, voici les équations qui rendent compte de ces explications :

$$(1) \quad C^xH^y - CH^2 - CHCl^2 + AlCl^3 = C^xH^y - \underset{\underset{AlCl^2}{|}}{CH} - CHCl^2 + HCl$$

$$) \quad C^xH^y - \underset{\underset{AlCl^2}{|}}{CH} - CHCl^2 = C^xH^y - CH = CHCl + AlCl^3$$

$$) \quad C^xH^y - CH = CHCl + Cl^2 = C^xH^y - CHCl - CHCl^2$$

$$) \quad C^xH^y - CH = CHCl + Br^2 = C^xH^y - CHBr - CHClBr$$

Action du chlore et du brome sur $CCl^3 - CCl^3H$ *en présence de* $AlCl^3$. — Comme conséquence des faits qui précèdent, il en résulte que si nous faisons arriver du chlore dans le mélange ($CCl^3 - CCl^3H + AlCl^3$) il va se former de Hexachloréthane résultant de la fixation du chlore sur ($CCl^2 = CCl^2$).

$$CCl^2 = CCl^2 + Cl^2 = CCl^3 - CCl^3$$

c'est, en effet, ce qui a lieu et c'est là le meilleur procédé de préparation de Hexachloréthane. Les rendements sont au moins de 95 %. Si, au contraire, dans le mélange ($CCl^3 - CCl^3H + AlCl^3$) nous faisons arriver du brome, nous tomberons sur le Dibromodichloroéthane symétrique ($CCl^2Br - CCl^2Br$). C'est en effet ce qui se passe :

$$CCl^2 = CCl^2 + Br^2 = CCl^2Br - CCl^2Br.$$

Chloruration de l'Acétylène. — On conçoit que si deux atomes de chlore sont fixés sur deux atomes de carbone voisins renfermant de l'hydrogène, il peut y avoir, à température convenable, départ de deux molécules d'HCl et création d'une chaîne acétylémique. C'est ce que l'on obtient en chauffant à 70-75° le mélange $CH^2Cl - CH^2Cl + AlCl^3$. Le dégagement d'acétylène s'explique par les équations :

$$(1) \quad CH^2Cl - CH^2Cl + (AlCl^3)^2 = AlCl^2 - CHCl - CHCl - AlCl^2 + 2HCl$$

$$(2) \quad AlCl^2 - CHCl - CHCl - AlCl^2 = CH \equiv CH + 2(AlCl^3).$$

Du chlore sec lancé dans le mélange précédent porte à 70-75° dans une petite quantité de Tétrachlorétaned issymétrique $CCl^3 - CH^2Cl$ et une portion notable de Tétrachloréthane symétrique $CHCl^2 = CHCl^2$. Ce dernier corps résulte évidemment de la fixation du chlore sur l'acétylène.

$$CH \equiv CH + Cl^4 = CHCl^2 - CHCl^2$$

Dans l'expérience précédente c.-à-d. dans la chloruration de l'acétylène naissant, je n'ai jamais eu d'explosion. Or, on sait que le chlore et l'acétylène détonent toujours lorsqu'on les mélange dans les conditions ordinaires. En présence de ces faits il était naturel de se demander si c'était $AlCl^3$ ou ($CH^2Cl - CH^2Cl$) qui empêchaient l'explosion. Après un certain nombre d'expériences éliminatives je suis arrivé aux conclusions suivantes :

1° Un mélange de chlore et d'acétylène exposé à la lumière diffuse se combinent toujours sans explosion, pour donner du tétrachlorure d'acétylène ($CHCl^2 - CHCl^2$), pourvu que ce mélange ne renferme pas d'oxygène libre ou de gaz susceptible d'en fournir.

2° Un mélange de chlore et d'acétylène fait au contraire explosion

si ce mélange renferme de l'oxygène libre ou du gaz susceptible d'en fournir.

En un mot, la présence de l'oxygène est nécessaire et suffisante pour que le mélange ($Cl + CH \equiv CH$) détone. Cette explosion est due à l'acétylène monochlorée ($CH \equiv CCl$) qui prend feu directement à l'air.

Comme conséquence pratique des deux conclusions auxquelles je suis arrivé précédemment, on doit s'arranger pour préparer ($CCl^2H — CCl^2H$) par fixation directe de Cl sur ($CH \equiv CH$) à exclure toute rentrée d'air dans le vase où s'effectue le mélange des deux gaz. En prenant les précautions que j'ai indiquées (*Bull soc. chim.*, 3e série, t. XIX-XX, p. 453), on a un bon moyen de préparation du Tétrachloréthane symétrique.

Action de Cl *sur* $CHCl^2 — CHCl^2$ *en présence de* $AlCl^3$. — Ainsi que l'indique la théorie précédemment exposée, le pouvoir chlorurant du chlorure d'aluminium ne semble pas dépendre de la quantité de ce corps ajouté à la substance à chlorer. Ce pouvoir est simplement fonction de la température à laquelle on opère. La préparation de ($CCl^3 — CCl^3$) par l'action de Cl sur $CHCl^2 — CHCl^2$ en présence de $AlCl^3$ en est un exemple. Un courant de chlore sec lancé dans le mélange ($CHCl^2 — CHCl^2$, 250gr + $AlCl^3$, 30gr) porté à 100°, n'est que très peu absorbé, tandis qu'à 118°-120°, l'absorption est rapide et tout le $CHCl^2 — CHCl^2$ se transforme en $CCl^3 — CCl^3$.

$$(1)\quad CHCl^2 — CHCl^2 + (AlCl^3)^2 = AlCl^2 — CCl^2 — CCl^2 — AlCl^2 + 2HCl$$

$$(2)\quad AlCl^2 — CCl^2 — CCl^2 — AlCl^2 + Cl^4 = CCl^3 — CCl^3 + (AlCl^3)^2$$

Si dans l'expérience précédente on remplace le chlore par le brome on obtient du dichlorodibrométhane symétrique ($CHClBr — CHClBr$) et du trichlorotribrométhane dissymétrique dont la constitution paraît être : $CCl^2Br — CBr^2Cl$ et semble résulter des réactions :

$$(1)\quad CHCl^2 — CHCl^2 + AlCl^3 = CHCl^2 — CCl^2 — AlCl^2 + HCl$$

$$(2)\quad CHCl^2 — CCl^2 — AlCl^2 = CHCl — CCl^2 + AlCl^3$$

$$(3)\quad CHCl — CCl^2 + Br^2 = CHClBr — CCl^2Br$$

$$(4)\quad CHClBr — CCl^2Br + Br^2 = CBr^2Cl — CCl^2Br.$$

En présence des faits qui précèdent il était rationel de se demander le bromure d'aluminium anhydre $AlBr^3$, dont les propriétés sont ut à fait analogues à celles du chlorure d'aluminium, ne jouirait s vis-à-vis des carbures d'hydrogène bromés de la série acyclique,

de la propriété dont jouit le chlorure d'aluminium vis-à-vis des mêmes carbures chlores.

J'ai fait, pour vérifier cette supposition, un certain nombre d'expériences qui montrent nettement que le bromure d'aluminium anhydre $AlBr^3$, provoque, pour créer des doubles liaisons éthyléniques, entre deux atomes de carbone voisins d'une même molécule d'un corps bromé, le départ d'une molécule *d* (HBr). Si bien que si on fait agir sur un corps bromé de la série acyclique à la fois du brome et du bromure d'aluminium, à une température convenable, le brome rompt les doubles liaisons au fur et à mesure de leur formation pour donner dans une première phase un corps renfermant un atome de plus d'Halogène que celui d'où l'on était parti. Il y a donc là une méthode de bromuration applicable à toute la série acyclique et de tous points analogues à la méthode de chloruration que j'ai indiqué, Comme dans ce cas de $AlCl^3$ on a :

$$(1)\qquad C^xH^y-CH^2-CHBr^2+AlBr^2=C^xH^y-\underset{\underset{AlB^2}{|}}{CH}-CHBr^2$$

$$(2)\qquad C^xH^y-\underset{\underset{AlBr^2}{|}}{CH}-CHBr^2=C^xH^y-CH=CHB+AlBr^3$$

$$(\alpha)\qquad C^xH^y-CH=CHB+Br^2=C^xH^y-CHB-CHBr^2$$

Cette méthode de bromuration est d'autant plus facile à employer que le bromure d'aluminium est très soluble dans le brome.

Pour effectuer une bromuration il suffit de chauffer à température convenable le mélange (substance à bromer + solution bromée de $AlBr^3$).

Par cette méthode j'ai préparé facilement en partant du bromure d'Ethyle (CH^3-CH^2Br) le bromure d'Ethylène (CH^2Br-CH^2Br) à l'aide de celui-ci le tétrabroethane $CHBr^2-CHBr^2$, et enfin avec ce dernier Hexabrométhane (CBr^3-CBr^3).

Dans la série du propane j'ai pu par phases successives en portant du bromure de propyle (CH^3-CH^2-CHBr) préparer d'abord le bromure de propylène ($CH^3-CHBr-CH^2Br$), avec celui si le tribromopropane ($\alpha\alpha$) (β) $CH^3-CHBr-CHBr^2$, avec ce dernier j'ai pu préparer le Thabromopropane ($\alpha\alpha$) (β) (γ)

Ces recherches continuent dans toute la série acyclique [1].

1. Travaux faits au laboratoire de M. le Professeur Friedel à la Sorbonne.

MM. C. FRIEDEL et A. GORGEU

SUR LA DÉCOMPOSITION PAR LE CHLORURE D'ALUMINIUM D'UN CARBURE SATURÉ LINÉAIRE [547-2]

— Séance du 10 aout —

L'un de nous, en collaboration avec M. J. M. Crafts, a signalé depuis longtemps et presque dès le commencement de nos études sur les synthèses réalisées à l'aide du chlorure d'aluminium, l'action décomposante qu'exerce ce même réactif sur certains hydrocarbures. Nous avons montré, entre autres faits de cet ordre, que l'hexaméthylbenzène est décomposé lorsqu'on le chauffe avec du chlorure d'aluminium anhydre, en perdant un ou plusieurs groupes méthyle qui se trouvent remplacés par de l'hydrogène et en donnant entre autres hydrocarbures du durol, que le napthalène donne du benzène et des hydrures de naphtalène ainsi que du dinaphtyle, que le benzène, malgré sa stabilité, est attaqué lui aussi, quoique seulement à une température élevée, et fournit du biphényle, du toluène et d'autres hydrocarbures provenant de la décomposition du benzène. Nous avons aussi remarqué que l'action décomposante du chlorure d'aluminium est très puissante sur certains pétroles d'Amérique et qu'elle l'est infiniment moins sur des pétroles de Bakou, de même point d'ébullition, qui ne fournissent par son action qu'une très faible quantité de gaz et semblent être purifiés par le chlorure d'aluminium.

Il nous a paru intéressant de reprendre d'une façon systématique, l'étude de cette action décomposante qui peut, semble-t-il, jeter quelque jour sur la constitution d'hydrocarbures pour lesquels celle-ci n'est pas encore connue.

C'est ce que nous avons tenté M. Gorgeu et moi en choisissant tout

d'abord un cas aussi simple que possible, c'est-à-dire en opérant sur un hydrocarbure saturé à chaîne normale, sans branches latérales.

Comme nous pensions d'après certaines expériences préalables, obtenir entre autres produits des hydrocarbures saturés gazeux, nous avons fait précéder l'étude de la réaction qui nous intéressait, de déterminations pouvant nous aider à caractériser les hydrocarbures saturés gazeux.

Nous avons, pour cela, préparé ces hydrocarbures dans un état de pureté aussi grand que possible. Le méthane et l'éthane ont été obtenus en décomposant entre 70° à 80° le mercure-méthyle et le mercure-éthyle par l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau et préalablement purgé d'air par l'ébullition.

Le propane et le butane bruts ont été préparés en faisant agir sur les iodures d'isopropyle et de butyle secondaire le zinc en fine tournure en présence de très petites quantités d'acide chlorhydrique. Les gaz obtenus renfermaient plusieurs centièmes d'hydrogène ; on leur en a enlevé la plus grande partie en les dissolvant dans le moins possible d'alcool amylique, et c'est de cette dissolution saturée que, par l'action de la chaleur, on a dégagé les gaz sur lesquels on a opéré.

Les gaz ayant été obtenus dans un état suffisant de sûreté, nous avons déterminé leur solubilité dans l'alcool amylique, qui nous a semblé beaucoup plus commode pour cela que l'alcool éthylique, à cause de sa moindre tension de vapeur.

Il faut avoir soin de faire préalablement bouillir l'alcool amylique, pour en chasser l'air qu'il dissout assez abondamment : dix pour cent, à 21 centièmes d'oxygène.

Nous avons constaté que cette dissolution est accompagnée d'une absorption d'oxygène et d'une oxydation lente de l'alcool amylique qui donne naissance à l'aldehyde correspondante, ce qu'il a été facile de constater à l'aide de la fuchsine décolorée par le bisulfite de sodium. On a constaté ainsi que l'air extrait de l'alcool amylique après un temps suffisamment long renferme moins d'oxygène que celui extrait immédiatement après la dissolution.

On conserve l'alcool amylique privé d'air dans le ballon dans lequel on l'a fait bouillir, ballon s'ouvrant sur le mercure par un tube à dégagement. On fait sortir en chauffant le ballon la quantité d'alcool amylique nécessaire; elle est remplacée par du mercure au moment du refroidissement et pourvu que l'on ait employé un bon bouchon on peut ainsi conserver l'alcool amylique pendant fort longtemps à l'abri de l'air.

« En prenant ces précautions, nous avons trouvé que la partie de l'alcool amylique distillant de 130 à 132° dissolvait :

à la température de	12°5,	$\frac{1}{20}$ de volume d'hydrogène	sous	0m750
—	12°5,	$\frac{1}{2}$ volume de méthane	—	0m760
—	14°,	3 volumes 3 d'éthane	—	0m750
—	16°,	12 volumes de Propane	—	0m750
—	23°,	11 volumes —	—	0m760
—	13°,	72 volumes de Butane	—	0m740
—	22°,	44 volumes —	—	0m760

Nous avons naturellement vérifié la pureté des gaz employés en observant la constance des coefficients de solubilité sur des portions déjà traitées par l'alcool amylique. Cette constance est surtout remarquable avec le méthane et l'éthane.

L'un des hydro-carbures linéaires saturés les plus commodes à employer pour nos expériences était l'hexane. Ce composé peut être obtenu par plusieurs procédés. Nous l'avons préparé d'abord en traitant la mannite par l'acide iodhydrique, de manière à la transformer en iodure secondaire, puis la solution alcoolique de cet iodure soumise à l'action du zinc en présence de l'acide chlorhydrique étendu, a donné naissance à l'hexane que nous avons purifié par distillation. Nous nous sommes assurés, en ajoutant une goutte de brome, qu'il ne renfermait pas d'hexane. Cette précaution est nécessaire, car dans un produit qui avait été préparé sur notre demande, de la façon qui vient d'être indiqué, nous avons trouvé une très notable proportion d'un hydrocarbure saturé se combinant directement avec le brome et donnant un bromure facile à séparer de l'hexane par distillation. L'action du zinc et de l'acide chlorydrique avait été menée un peu vivement et le zinc, ou peut-être plutôt le chlorure de zinc, avaient décomposé l'iodure d'hexyle en lui enlevant de l'acide iodhydrique.

Une partie de l'hexane employé a été préparée en décomposant l'iodure de propyle par le sodium. Il présentait exactement les mêmes caractères que celui obtenu en partant de la mannite et comme lui, bouillait à 68°5.

On a fait agir la chlorure d'aluminium sur l'hexane dans un tube 2cm5 de diamètre et 15cm de longueur portant un petit tube à brome ur les introductions successives de l'hexane et un tube réfrigérant ièrement incliné maintenu à la température de 35°, terminé en biseau ssez large pour permettre à l'hexane condensé de retomber facilent sur le chlorure d'aluminium.

Les produits de la réaction avant de se rendre sur la cuve à mercure, traversaient deux tubes en U dont le premier contenait un peu d'eau destinée à retenir l'acide chlorydrique qui se produit en quantité notable.

Après avoir introduit dans le gros tube 25 grammes de chlorure d'aluminium récemment préparé et sommairement pulvérisé, on fait couler 4 grammes d'hexane par le tube à brome et après avoir entouré le 1er tube en U de glace et le 2me d'un mélange de glace et de sel, on chauffe au bain-marie jusqu'à ce que le dégagement gazeux dans le 1er de ces tubes soit devenu trop lent ; après refroidissement du chlorure, on introduit de nouveau 4 grammes d'hexane et ainsi 3 ou 4 fois de suite.

Cela fait, on a amené peu à peu les tubes en U à la température ordinaire et on a recueilli un liquide mobile que l'on a soumis à la distillation fractionnée en séparant les parties bouillant vers 35° et une certaine quantité d'hexane non attaqué, entraîné avec les hydrocarbures plus volatils.

L'hydrocarbure bouillant vers 35° n'est autre chose que le pentane, ainsi que le prouvent ses propriétés et les analyses qui en ont été faites, analyses rendues d'ailleurs assez difficiles par la grande volatilité du liquide.

On a trouvé :

$$C = 83.79\,\%$$
$$H = 17.31\,\%$$

la formule $C^5 H^{12}$ exigeant :

$$C = 83.33$$
$$H = 16.66$$

Quant à l'hydrocarbure gazeux recueilli sur le mercure à mesure que l'on réchauffait les tubes en U, c'était manifestement en grande partie du butane, en effet, il était redevenu gazeux aux environs de 0° et en déterminant sa solubilité dans l'alcool amylique nous l'avons trouvée de 42 volumes à la température de 17°.

L'action décomposante du chlorure d'aluminium sur l'hexane consiste donc essentiellement dans l'enlèvement d'un groupe CH^3 qui est remplacé par un atome d'hydrogène, donnant ainsi du pentane.

Ce dernier, à son tour, peut être attaqué en se transformant en butane. Il paraît probable que le butane, à son tour, pourrait être transformé en propane, mais à cause de la volatilité du butane cette dernière action doit être peu sensible.

En même temps que ces hydrocarbures plus riches en hydrogène

que l'hexane, il doit se former des produits plus riches en carbone. On retrouve, en effet, ceux-ci, en traitant par l'eau le chlorure d'aluminium qui a servi à la réaction. Il reste un liquide brunâtre assez visqueux que nous avons recueilli en agitant avec de l'éther le produit de l'action de l'eau.

Soumis à la distillation, ce liquide s'est comporté comme un mélange très complexe que nous n'avons pas réussi à résoudre en composés définis à cause de la trop petite quantité dont nous pouvions disposer.

Nous nous proposons de continuer cette étude et de l'étendre à divers autres carbures linéaires ou arborescents.

M. G. HALPHEN

Chimiste au Ministère du Commerce

SUR LA COAGULATION DE L'ALBUMINE [547.8]

— Séance du 10 août —

On sait que la coagulation de l'albumine par la chaleur seule ne réussit pas dans les liquides étendus, et son dosage en solution acide présente des inconvénients dus à des difficultés de filtration qui s'accentuent par le refroissement des liqueurs.

Les expériences de M. A. Gautier ont établi que l'albumine de l'œuf et du plasma est une combinaison saline dans laquelle l'albumine joue le rôle d'acide bibasique uni à la soude et à la chaux. Au moment de la coagulation, cette substance subit une véritable dissociation qui se ıduit par la mise en liberté de soude. Or, comme il est démontré que ; carbonates de potasse et de soude retardent la coagulation de l'albu-ne par la chaleur, on est conduit à éviter la présence de corps à ıction alcaline. Au contraire, l'addition de sels tels que les chlorures baryum et de calcium est favorable, attendu que, comme l'a montré même savant, la soude libre se transforme en carbonate sous l'in-ence de l'acide carbonique dissous dans les liquides, lequel carbonate

réagissant sur les sels de chaux ou de baryte se transforme en sel neutre avec production de carbonates de calcium ou de baryum, et l'expérience a montré qu'en opérant ainsi, on obtenait une coagulation complète.

Or, on pouvait se demander si ces additions de sels alcalino-terreux n'intervenaient pas en partie par leur action sur les phosphates que renferment toujours les albumines.

Dans ce but, nous avons songé à additionner les liquides albumineux de citrate d'ammoniaque et nous avons pu constater que cette addition présentait trois avantages :

1° La coagulation se fait en flocons qui nagent dans la masse ou se réunissent en magma compact, suivant les conditions ; elle s'effectue même en liqueur étendue.

2° Les liquides ainsi privés d'albumine filtrent avec une extrême rapidité même sur des filtres doubles, à chaud comme à froid.

3° La précipitation est complète aussi bien en solution concentrée qu'en solution étendue.

En substituant le chlorhydrate d'ammoniaque au citrate, on a observé également la précipitation en liqueur étendue, la facilité de filtration et l'intégrité de la séparation.

Ainsi une solution aqueuse d'albumine d'œuf a été filtrée.

I. — 4 c. c. de cette solution ont été placés dans un tube à essais, additionnés de 5 c. c. d'une solution aqueuse de citrate d'ammoniaque à 10 0/0 et portés à l'ébullition. Le précipité recueilli sur filtre double taré pesait 0,117. La filtration et le lavage avaient duré 5 minutes.

II. — 1 c. c. de la solution albumineuse a été étendu avec 150 c. c. d'eau, additionné de 5 c. c. de citrate d'ammoniaque à 10 0/0, porté à l'ébullition et jeté sur filtre taré. Le précipité pesait 0,029. La filtration était aussi rapide que précédemment.

III. — 1 c. c. de la solution albumineuse a été additionné de 150 c. c. d'eau et de 5 c. c. de chlorhydrate d'ammoniaque à 10 0/0 porté à l'ébullition et filtré. L'opération s'est effectuée aussi rapidement que précédemment. Le précipité pesait 0 gr 029.

IV. — 1 c. c. de la solution albumineuse, a été amené à 150 c. c. par addition d'eau distillée ; le liquide a été porté à l'ébullition qui l'a rendu opalescent a très bien filtré sans abandonner aucune substance solide. Le filtratum a été additionné de 5 c. c. de citrate d'ammoniaque à 10 0/0, porté à l'ébullition et filtré. L'opération a été très rapide et a fourni 0 gr 028 d'albumine coagulée.

Enfin, le même procédé a été employé avec un égal succès pour coaguler l'albumine dans une pepsine.

Des observations précédentes on peut conclure :

1° Que les sels ammoniacaux, tels que le chlorhydrate et le citrate favorisent la séparation de l'albumine.

2° Que l'action du citrate d'ammoniaque n'est pas due à son influence sur les phosphates en tant que corps agissant par l'acide citrique.

3° Que la soude qui se libère au moment de la coagulation déplace l'alcali du sel ammoniacal créant ainsi un milieu plus favorable à la coagulation.

4° Que la coagulation de l'albumine est complète en présence de citrate ou de chlorhydrate d'ammoniaque, la proportion de ceux-ci ne paraissant pas modifier les résultats dans les limites que nous avons examinées.

5° Que les opérations faites en vue du dosage de l'albumine gagnent en exactitude et sont beaucoup moins pénibles lorsque l'on fait intervenir les sels ammoniacaux.

M. MICHAUD

Instituteur honoraire, à Béceleuf (Deux-Sèvres)

NOTES MÉTÉRÉOLOGIQUES [573.4]

Mes modestes recherches dans les archives de diverses communes m'ont procuré la mention de rares évènements météorologiques. Je les transmets par ordre de date, avec l'indication de leur origine.

Etat-civil de Fors, canton de Prahecq

« Le premier febvrier 1632, il eut un si grand orage de vent que à la sortie de vespre il tombait presque tout le peuple et fit grand domage tant sur mer que sur terre. »

L'année 1637 a été précosse. « Le dernier jour du moys d'aoust 1637

« a esté vendangé la vigne de la cure, sise à la Roche, fief du curé, et « le premier de septembre jours en suivant a esté vendangé le fief de « la Roche. »

Etat-civil de Pamplie, canton de Champdeniers

« Le 12 juin 1668, le lendemain de la St-Barnabé apostre, la paroisse « de Pamplie a été battue généralement toute par une grêle qui était « grosse comme des œufs d'ajasse et de perdrix et le vimère a été si « grand que tous les blés, vignes, prez, fruits, bois, landes et légumes « ont été entièrement perdus ; et ce malheur arriva sur les deux heures « après midy. »

Compte de la fabrique de Béceleuf, canton de Coulonges

L'orage qui précède ou un autre survenu la même année a dû causer des pertes à la paroisse de Béceleuf. C'est ce qui résulte du compte de la fabrique pour l'année 1668, portant au chapitre des recettes la mention suivante : « La somme de dix livres au lieu de quinze livres pour « les terres de ladite fabrique percue dudit Gouin, fermier. Les cinq « livres lui ayant esté remizes pour le desdhomager de la batrie arrivée « en laditte paroisse laditte année mil six cent soixante huit. »

D'après Nicolas Micheau, notaire à Béceleuf

« 1709. Le froid commence à la Saint Simon (28 octobre) et finit à la « Petite St-Jean de May. Il fut si violent que les bleds, orges, noyers « et poiriers furent gelés. Le pain et le vin gelaient sur la table. Le « froid fit périr la majeure partie des brebis. »

« Le froment valait 6 livres le boisseau le seigle 5 livres et la bail- « lage 3 livres.

« Le 24 juin 1746, un nuage de grêle s'abattit sur la paroisse de « Béceleuf. La chute de la grêle dura une heure, de deux à trois heures « du soir. Plusieurs grêlons étaient gros comme des œufs. Heureuse- « ment qu'une partie de la moisson était faite. Les dégâts n'en furent « pas moins considérables : 496 boisselées de baillage furent complète- « ment détruites. L'estimation des dégâts, faite conformément à une « ordonnance de l'Intendant de la province, évalua les pertes en bail- « lage seulement à 5.955 boisseaux ; ce qui ne représentait que la « moitié des pertes de toutes sortes éprouvées par la paroisse. »

D'après Pierre Nicolas Micheau a Béceleuf

« Dans la nuit du 3 au 4 février 1796, un ouragan causa des dom-

« mages importants. Un grand nombre d'arbres et toute la chataigneraie « de Beauregard furent arrachés par le vent. »

« La nuit du 24 au 25 février 1799 un tremblement de terre fit trem- « bler les maisons et les personnes dans leur lit. »

« En 1803 la commune de Béceleuf resta neuf mois sans voir tomber « d'eau. Toutes les rivières devinrent à sec. »

Archives de la mairie de Champdeniers

« La grêle a causé des dégâts à Champdeniers les 27 et 28 mai 1821. »

« Les communes de la Chapelle-Bâton et de Saint-Projet furent frap- « pées par un nuage de grèle dans la journée du 4 mai 1822. »

M. CŒURDEVACHE

A l'Observatoire météorologique, de Perpignan

DÉCROISSANCE DE TEMPÉRATURE DANS LA VERTICALE ET VITESSE DU VENT SUIVANT LE GRADIENT BAROMÉTRIQUE

[551-52]

— Séance du 5 aout —

On sait depuis longtemps que la décroissance de température suivant la hauteur varie suivant les lieux, les saisons, les heures du jour, l'état du ciel ; elle varie aussi suivant la valeur du gradient barométrique.

Nous avons relevé sur le bulletin international du Bureau central météorologique, pour les mois de décembre, janvier et février des ---nées 1882 à 1898, les différences de lectures du baromètre observé Biarritz et à Nice et nous les avons comparées aux différences du ermomètre observé à 7 heures du matin au Pic du Midi et à Perpi- an, ainsi qu'à la vitesse du vent en mètres par seconde notée dans dernier endroit.

Les résultats ont été divisés en deux séries suivant que la pression osphérique à Perpignan était au-dessous ou au-dessus de 765mm0.

Les deux stations choisies sont à peu près à la même latitude, l'une sur le golfe de Gascogne, l'autre sur le golfe de Gênes, et éloignées d'environ 700 kilom.; Perpignan est situé à peu près au milieu de l'espace compris entre ces deux villes, mais à une centaine de kilomètres plus au sud.

	BAROMÈTRE AU-DESSOUS DE 765 m/m				BAROMÈTRE AU-DESSUS DE 765 m/m			
Gradient (100 kil.)	Nombre d'observations	Température Pic-du Midi — Perpignan	Vitesse du vent	Décroissement pour 1°	Nombre d'observations	Température Pic-du-Midi — Perpignan	Vitesse du vent	Décroissement pour 1°
1m/m3	51	14°0	3m4	202m	17	13°8	3m9	205m
0 8	69	12 1	1 7	234	45	9 6	1 7	294
0 4	73	13 3	1 8	213	98	9 0	1 6	314
0 0	90	13 1	1 9	216	133	8 7	1 6	325
— 0 4	86	15 1	3 6	187	162	11 3	2 8	250
— 0 8	88	16 5	5 6	171	115	14 0	5 6	205
— 1 3	80	17 7	8 0	160	72	15 7	9 0	180
— 1 7	32	18 2	10 3	155	43	17 7	10 8	160
— 2 1	35	19 2	12 6	147	21	18 2	12 2	155

Dans une dépression barométrique la décroissance de température dans la verticale suit la même loi que la vitesse du vent ; ces deux éléments sont d'autant plus grands que le gradient barométrique l'est davantage.

Pour une même valeur du gradient barométrique le vent est d'autant plus fort que la décroissance de température dans la verticale est plus grande.

En Roussillon, dans la partie antérieure d'une dépression la décroissance de température suivant la hauteur est généralement faible ; elle augmente rapidement dans la partie postérieure et d'autant plus que la pression est plus faible sur le golfe de Gênes.

Les dépressions du golfe de Gênes sont plus profondes et en plus grand nombre que les dépressions du golfe de Gascogne.

Aucun coup de vent important ne peut se produire sans une grande diminution de température dans les couches supérieures de l'atmosphère.

M. LE BIHAN
Météorologiste-adjoint à l'Observatoire météorologique du Petit-Port, de Nantes

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES AVEC LES CERFS-VOLANTS HARGRAVE [551.57]

— Séance du 11 août —

Nous avons commencé à l'Observatoire du Petit-Port des Observations météorologiques à l'aide des cerfs-volants scientifiques.

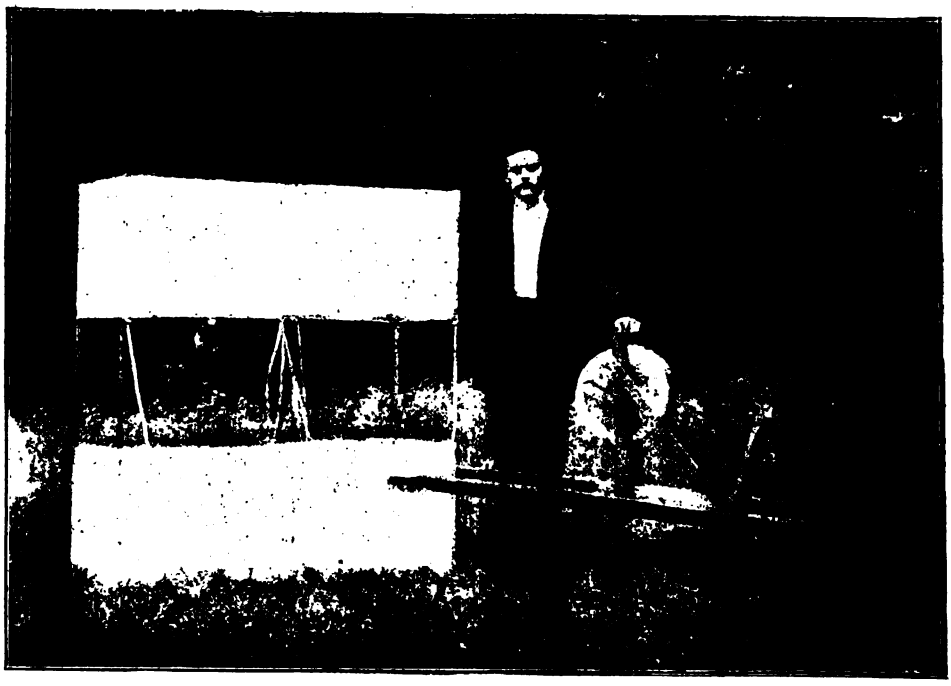
Nous nous servons pour ces expériences du cerf-volant type Hargrave ou cerf-volant cellulaire. Cet appareil se compose d'une carcasse parallélipipédique en tringles de sapin consolidée par des tirants en fil d'acier et entourée à ses deux extrémités d'une bande de nansouk enduite de vernis à caoutchouc.

Notre cerf-volant mesure de $1^{m}50$ de hauteur sur $1^{m}35$ de largeur, il pèse environ 600 gr. le mètre de surface effective.

On attache à l'appareil d'abord une bride puis une corde de chanvre de 50^{m} de long environ ; cette corde doit être assez fine pour donner le moins de prise possible au vent, mais cependant assez forte pour résister à une traction de 45 à 50 kilos. A l'extrémité de cette corde vient se fixer un fil d'acier dit *corde de piano*, ce fil d'acier très résistant à 0^{m} $7^{m}/^{m}$ de diamètre. C'est ce fil qui sert à lancer le cerf-volant ; il s'enroule sur un treuil monté sur un chariot transportable, nous avons utilisé pour nos expériences une forte brouette. La bobine du treuil a 33 centimètres de diamètre de façon que chaque tour dévide un mètre fil. On peut fixer au treuil un petit compteur de bicyclette ce qui permet de connaître à chaque instant le nombre de tours et par conséquent le mbre de mètres de fil dévidé.

Pour commencer nos expériences nous avons dévidé 300 m. de fil. premier essai a duré 3 heures, de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2 du matin le 10 illet dernier. Le vent était assez fort ; aussi la traction exercée par le f-volant était considérable. Nous avons été obligé d'assujettir forte-nt notre chariot ou le cerf-volant l'aurait entraîné ; il nous a fallu eure pour redescendre l'appareil ; deux hommes manœuvraient le

treuil et étaient obligés de déployer un effort musculaire considérable pour enrouler le fil à la descente. Nous avons fait enlever par le cerf-volant un thermomètre enregistreur Richard du poids de 3 kilos. Ce poids n'a diminué en rien la force ascensionnelle du cerf-volant.



Cerf-volant type Hargrave. — Chariot et treuil.

Le diagramme inscrit par le thermomètre n'offre pas de différence bien sensible avec celui de notre thermomètre de l'*Abri* dans le jardin de l'Observatoire. Toutefois à la montée et à la descente, à une hauteur moyenne, il y a deux hausses brusques de température.

Le vent avait au moment de l'expérience une force moyenne de 20 à 25 kilomètres à l'heure (6^{m}5 à la seconde environ).

La direction indiquée par la girouette de l'Observatoire était E N E. Arrivé vers 300^{m} de hauteur, le cerf-volant a brusquement changé de direction et s'est orienté franchement Nord.

Nous continuerons à l'Observatoire du Petit-Port ces expériences intéressantes. Nous avons commencé à construire d'autres cerfs volants du même type. Nous pourrons atteler plusieurs de ces appareils en tandem afin d'augmenter la force ascensionnelle et nous permettre de faire enlever des poids plus considérables. Nous dépasserons cette

hauteur de 300m à laquelle nous nous sommes bornés pour ces essais et nous irons jusqu'à 1,000 et 1,500 mètres.

Ces expériences commencées depuis quelque temps déjà en Amérique sont peu connues en France. Toutefois M. Teisserenc de Bort à son observatoire de météorologie dynamique de *Trappes* est arrivé a des résultats remarquables avec les cerfs-volants Hargrave. C'est grâce d'ailleurs aux conseils et aux indications qu'il a bien voulu nous donner que nous avons pu entreprendre ces expériences à l'Observatoire du Petit-Port. Pour que ces observations à l'aide des cerfs-volants soient vraiment utiles, il faudrait les continuer régulièrement et d'une façon suivie, mais il nous manque ici les enregistreurs nécessaires ; il faudrait en effet faire enlever un météorographe complet: *baromètre, thermomètre, hygromètre*. Il y aurait grand intérêt pour la météorologie à faire ainsi ces observations à de grandes hauteurs, à l'abri par conséquent des remous qui existent forcément à peu de distance du sol. Ces lancements de cerfs-volants d'ailleurs peuvent dans bien des cas remplacer les ascensions en ballons libres ou captifs, ascensions toujours coûteuses et quelquefois périlleuses. On devrait multiplier ces expériences de cerfs-volants météorologiques, les faire d'une façon régulière dans un grand nombre de stations. Car pouvoir facilement sonder l'atmosphère à diverses hauteurs, voilà l'avenir de la météorologie.

M. E. MARCHAND

Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi

APPAREILS POUR LA MESURE DES HAUTEURS DES NUAGES

[2e Note] [551.57]

— Séance du 11 août —

J'ai communiqué au congrès de l'A. F. A. S. à Saint-Etienne, en 897, la description sommaire d'appareils simples et peu coûteux des-és à la mesure des hauteurs de nuages ; appareils dont les résultats, ès les premiers essais, me paraissaient devoir être satisfaisants. Après de nouveaux essais, poursuivis pendant l'année écoulée, je

me suis arrêté aux dispositions que je vais décrire ; bien qu'elles ne soient probablement pas définitives, les météorologistes qui s'occupent de ce genre d'études pourront les expérimenter et se rendre compte de la facilité avec laquelle elles donnent, dans un grand nombre de cas et *à très peu de frais*, des résultats d'une assez grande exactitude.

Je renvoie à la note déjà publiée par l'Association pour ce qui concerne les principes de la méthode. Je rappelle seulement qu'elle consiste à faire deux photographies simultanées de la partie du ciel entourant le zénith jusqu'à une distance zénithale de 55° environ, au moyen de deux chambres noires dont l'axe optique est vertical, placées aux deux extrémités d'une base de longueur connue. Ces chambres n'ont pas d'objectif proprement dit, mais simplement une petite ouverture de quelques dixièmes de millimètres de diamètre : l'image est donc obtenue sur la plaque sans aucune déviation des rayons lumineux.

La figure 1 représente une des chambres noires que j'ai fait construire. Elle a la forme d'un parallélipipède à base carrée, de 26 centimètres de côté et de 9 centimètres de hauteur ; elle est montée à la manière ordinaire sur un pied à trois branches de manière que sa plus petite dimension (la hauteur) soit verticale.

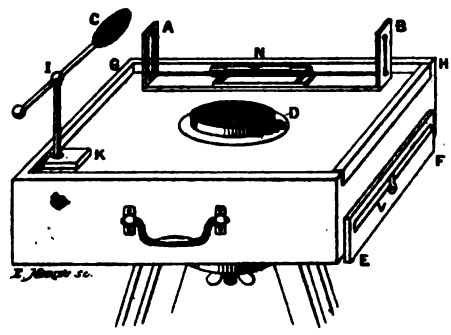


Fig. 1

La paroi supérieure peut glisser dans une coulisse ; elle constitue la planchette d'objectif. L'objectif à lentilles est remplacé par l'appareil D, dont la construction est représentée à part, dans la figure 2, en plan et en coupe.

Dans cette figure 2, EF est un disque circulaire (en laiton), vissé sur la planchette KR, et percé en D d'une ouverture assez large. Un autre disque circulaire plus petit A est superposé, excentriquement, au premier et peut tourner autour du pivot I ; ce mouvement s'obtient au moyen du bouton B. — Sept petites ouvertures circulaires, analogues à C, sont disposées en cercle sur ce disque A ; leurs bords sont taillés

en forme de tronc de cône très évasé, leur diamètre à la partie inférieure varie de $0^m/^m2$ pour la plus petite, à $0^m/^m8$ pour la plus large, et il est facile d'amener l'une quelconque de ces ouvertures à se trouver exactement au-dessus de l'ouverture inférieure D, en faisant tourner le disque A jusqu'à coïncidence de la ligne de repère IC avec la ligne de foi MN tracée sur la plaque inférieure.

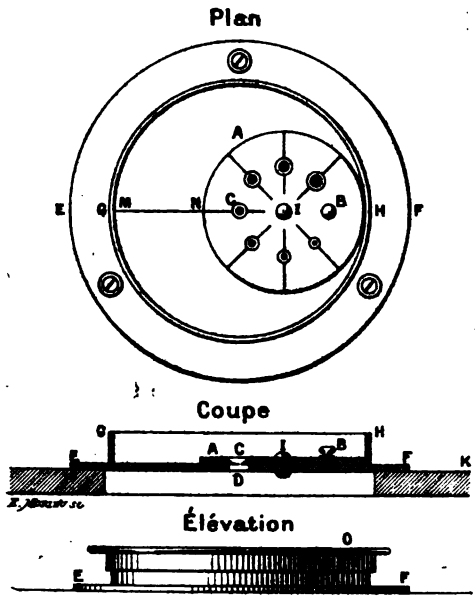


Fig. 2

Cet appareil est placé en D (*figure 1*) sur la planchette supérieure de la chambre convenablement percée d'une grande ouverture circulaire. A la partie inférieure de la chambre se trouve le châssis négatif, dont la tête se voit en EF (*figure 1*) et qui entre, à frottement doux, *mais sans jeu,* dans une coulisse ménagée à cet effet.

Le châssis négatif est construit pour recevoir une plaque sensible carrée de 20 centimètres de côté ; mais, avec un intermédiaire convenable, on peut y mettre une plaque de 13×18^{cm} ordinaire.

Au-dessus de la plaque, et en contact avec elle, se trouve une vitre une, bien pure et à faces bien parallèles, sur la face inférieure de quelle on a tracé, au diamant, deux lignes droites perpendiculaires tre elles et exactement parallèles aux bords du châssis.

C'est contre cette plaque jaune que s'appuie la plaque sensible sous ction d'un ressort que porte le volet inférieur. Le volet supérieur se

tire horizontalement, à la manière ordinaire dans les châssis simples, pour découvrir la plaque sensible qui doit être *orthochromatique*.

Le point d'intersection des deux lignes du réticule tracé sur la plaque jaune, se trouve exactement dans la verticale de l'ouverture objective D lorsque la chambre est placée bien horizontalement; la distance de l'ouverture D à la plaque sensible est de 6 centimètres; (*cette distance doit être mesurée très exactement*).

Pour niveler et orienter la chambre on se sert d'une alidade AB portant un niveau N. Lorsque cette alidade est appuyée contre l'un des rebords saillants de la chambre (GH par exemple), sa ligne de visée est exactement parallèle à l'une des lignes du réticule du châssis négatif. On peut donc donner à celle-ci une direction connue. On nivelle d'ailleurs à la manière ordinaire, et le nivellement s'obtient facilement, avec un peu d'exercice, à l'aide du pied à trois branches de l'appareil.

La chambre étant d'abord nivelée, on l'oriente sur un repère éloigné quelconque, dont l'angle avec la base de triangulation a été déterminé une fois pour toutes. On met en place une des ouvertures de l'objectif, de diamètre convenable (variable avec la quantité de lumière et la vitesse apparente des nuages), puis, si le soleil n'est pas caché par quelque nuage, on place sur la chambre le petit appareil KIC[1], qui supporte un écran circulaire C, dans une position telle que l'ombre de l'écran C vienne couvrir l'ouverture objective; on ferme alors l'objectif au moyen de son obturateur O (*figure 2*); on tire le volet *v* du chassis (*figure 1*) et, à l'instant convenu d'avance avec le deuxième observateur, on ouvre l'obturateur O (*figure 2*) pendant 2 ou 3 secondes seulement. Cette pose de 2 à 3 secondes suffit généralement (avec les plaques orthochromatiques Lumière série A) pour obtenir une image satisfaisante.

La figure 3 est la réduction d'un cliché obtenu dans les conditions suivantes :

Ouverture $0^{m/m},3$, pose 3 secondes, à 11 h. du matin, le 18 Avril 1898. — Ce cliché renferme des cirro cumulus et des cirrus très légers en forme de fuseaux; on y voit aussi l'image légère du réticule, (qui est en blanc et non en noir sur l'original) et celle de l'écran qui masquait le soleil.

La plaque n'est pas voilée grâce à l'emploi de cet écran. L'image est légère, mais suffisante pour qu'on puisse y retrouver un certain nombre de points par comparaison avec celle obtenue, au même instant, à l'autre extrémité de la base.

1. Le petit écran parasoleil et l'alidade à niveau se placent dans l'intérieur de la chambre noire quand on transporte celle-ci.

J'ai donné dans ma note de 1897, la description sommaire d'un appareil permettant de déterminer mécaniquement, sans aucun calcul, la hauteur d'un nuage dont on a ainsi obtenu deux images simultanées. Cet appareil, avec divers perfectionnements, est actuellement en construction. J'y reviendrai ultérieurement.

Fig. 3

Je vais indiquer, aujourd'hui, une méthode graphique, très rapide, et d'une assez grande précision, pour faire la même détermination. Cette méthode n'est autre que celle qui sert, en géométrie discriptive, à déterminer l'intersection de deux droites ; elle s'applique ici, avec une facilité, une commodité remarquables, à cause de la disposition spéciale des appareils employés. L'épure à faire est représentée dans la figure 4.

AA_1 est, à l'échelle de $2^m/^m$ pour 100^m, la base de la triangulation pposée ici de 1980^m, longueur d'une de celles que j'ai employées dans allée de Campan, au Sud de Bagnères-de-Bigorre); LT est la ligne de re de l'épure, prise arbritrairement; xx', yy', sont les directions des nes du réticule de la chambre noire placée en A, (et orientée convenablement), $x_1x'_1$ $y_1y'_1$ les directions des lignes du réticule de la mbre placée en A_1 ; (dans la figure, ces dernières sont sensiblement

parallèles à xx', yy', parce que l'orientation se faisait en A et A_1, sur un point très éloigné, le sommet du Pic du Midi, mais cela n'a aucune importance —) ; A′ B′ et A'_1 B'_1 représentent en projection verticale (à l'échelle de 1/10) les distances verticales (60 m/m) de l'objectif de chaque chambre à la plaque sensible correspondante. (Nous supposons d'abord les deux stations à la même altitude ; les deux droites A′B′ A'_1 B'_1 sont alors égales à 6 m/m).

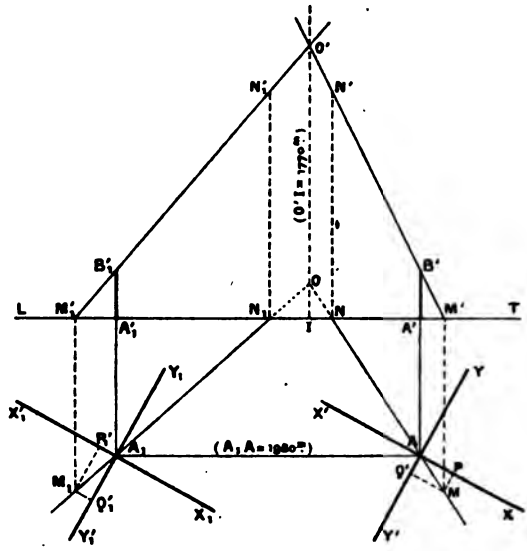


Fig. 4

Supposons qu'on ait mesuré, sur la plaque sensible de la station A, la valeur en millimètres des deux coordonnées d'un point, par rapport à l'image du réticule. On reportera ces coordonnées en AP, PM (à l'échelle de 1/10, comme la hauteur des chambres) sur l'épure ; MN et M′N′ seront alors les projections du rayon lumineux qui a donné l'image du point considéré. Faisant les mêmes opérations en A_1, pour le même point du même nuage, on obtient les projections M_1N_1, $M'_1N'_1$; les projections du point d'intersection des deux rayons lumineux sont O et O′, et la hauteur cherchée est O′ I, ligne qu'il suffit de mesurer à l'échelle de 2 m/m pour 100 m.

Si les deux stations n'étaient pas à la même altitude, si, par exemple, la station A_1 était plus élevée que A de 50 mètres, il suffirait de prendre A'_1 B'_1 plus grand que A′ B′ de 1 m/m, c'est-à-dire A'_1 B'_1 égale à 7 m/m. Les coordonnées du point M_1, mesurées sur la plaque, devraient alors être multipliées par le rapport 7/6 avant d'être reportées sur l'épure à l'échelle de 1/10.

Il va sans dire qu'on doit faire cette épure dans des échelles plus grandes que celles de la figure : le mieux est de conserver les dimensions réelles pour les coordonnées des points sur les plaques et pour les distances des objectifs aux plaques, en prenant d'autre part, par exemple, 20m/m pour 1000m comme échelles des distances sur le terrain.

Si les diverses opérations faites pour arriver au résultat final étaient rigoureusement exactes, les deux points O et O′ seraient exactement sur une même perpendiculaire à la ligne de terre.

En général, il n'en sera pas tout à fait ainsi; le point O sera très voisin de la droite O′I, sans être exactement sur cette ligne; la hauteur O′I ne sera alors qu'une valeur approchée de celle du nuage; diverses causes d'erreur, en effet, font que les deux rayons lumineux construits sur l'épure ne se rencontrent pas.

Parmi les conditions qui doivent être remplies pour éviter ces erreurs je signalerai surtout les suivantes:

1° Il est souvent difficile d'identifier un point de nuage sur les deux épreuves. Cette difficulté devient très grande, s'il y a beaucoup de nuages, s'ils sont à diverses altitudes, si leurs contours ne sont pas nets, etc.

Aussi ne faut-il pas employer les procédés que je décris dans toutes les circonstances qui se présentent. Ces procédés, je le répète ici, ne s'appliquent qu'à un certain nombre de cas où ils donnent rapidement, à peu de frais, sans installation spéciale, de très utiles résultats; ils ne peuvent pas remplacer, comme méthode générale, ceux qu'emploie par exemple M. Teisserenc de Bort à l'observatoire de Trappes.

2° Les appareils peuvent présenter quelques défauts de construction et d'installation. Théoriquement il faut: (*a*) que les lignes du réticule soient rigoureusement parallèles aux parois de la chambre contre lesquelles on place l'alidade AB (*fig. 1*), (*b*) que la planchette d'objectif soit parallèle à la plaque sensible, (*c*) que le centre du réticule soit dans la verticale de l'ouverture objective lorsque l'appareil est nivelé, (*d*) que ce nivellement soit exact.

Les conditions (*a*) et (*b*) s'obtiennent facilement; les autres sont plus difficiles à réaliser, surtout la condition (*c*); mais, si l'on fait les déterminations ci-dessus (graphiques ou autres) pour *plusieurs points de la couche nuageuse* situés dans les divers angles des réticules, les erreurs provenant de ce que les conditions (*b*) (*c*) (*d*) ne seraient pas remplies, *s'élimineront dans la moyenne des résultats*. On s'en rendra compte facilement; et c'est un des avantages de la méthode.

3° Il faut que la distance de l'ouverture objective à la plaque sen-
e soit connue avec une grande précision.

Il faut tenir compte du léger déplacement des divers points de age produit par le verre jaune. Ce déplacement doit être calculé, éterminé, une fois pour toutes pour chaque distance au centre du ule (distance dont il est fonction).

Il faut que les deux opérations photographiques soient faites

exactement au même instant aux deux extrémités de la base, condition qu'on peut réaliser par divers moyens, sans recourir à l'établissement coûteux d'une ligne téléphonique, parce que les deux opérateurs n'ont pas à s'entendre sur la partie du ciel à photographier.

Il suffit, par exemple, d'emporter les deux appareils, chargés à l'avance, aux deux extrémités de la base, en convenant de l'heure exacte (à une seconde près) à laquelle les deux épreuves seront faites simultanément quelques instants après que les deux observateurs se sont entendus sur cette heure et ont comparé leurs montres.

On simplifie du reste beaucoup la pratique de cette méthode, en faisant placer à chaque extrémité de la base un mât de quelques mètres de hauteur, visible de l'autre extrémité. (Cela est facile à réaliser si la base n'est pas trop longue et située dans une plaine peu accidentée). On oriente alors chacune des chambres noires sur le mât voisin de l'autre (ce qui dispense de toute mesure d'angle) et on peut opérer tout à fait au même instant sans qu'il soit même besoin de chronomètres : par exemple, le premier observateur prêt à opérer hisse, à son mât, un pavillon, et l'opération photographique se fait à l'instant où le deuxième observateur à son tour, fait le même signal.

Dans ce cas aussi, l'épure à construire pour les déterminations se simplifie considérablement, comme on le voit dans la figure (5). C'est ainsi que nous nous proposons d'opérer au Pic-du-Midi.

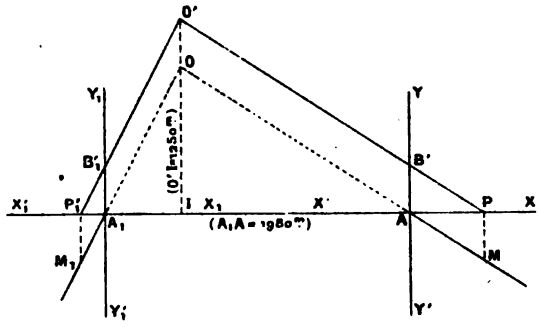


Fig. 5

Nous communiquerons au prochain Congrès de l'Association les résultats que nous pourrons tirer des mesures déjà faites et de celles que nous continuerons à faire tant à Bagnères qu'au Pic-du-Midi.

M. le Dr RAPPIN
Directeur du Laboratoire de Bactériologie, à Nantes

SUR UNE BACTÉRIE CHROMOGÈNE ISOLÉE DANS L'EAU DE LA PLUIE ROSE OBSERVÉE AU CROISIC EN 1896

[551.57—616.01]

— Séance du 11 août —

Au mois de novembre 1896, les journaux de notre ville, annonçaient qu'on venait d'observer au Croisic, à Mesquer et dans un rayon limité autour de cette région une pluie teintée de rose.

Désirant rechercher par moi-même la cause de ce phénomène, je m'adressai aussitôt, afin d'obtenir un échantillon de l'eau de cette pluie, à mon confrère M. le docteur Kerguistel. Par son bienveillant intermédiaire et grâce à l'obligeance d'un habitant du Croisic, M. de Septenville, je reçus bientôt après, une petite fiole contenant environ 150 grammes de cette eau et accompagnée d'indications que je résume ici rapidement.

« Cette eau a été recueillie dans une citerne le cinquième jour après « plusieurs autres pluies. Le premier jour, dimanche matin, l'eau, « quoique limpide comme celle des bocaux de pharmacien, avait la « teinte plus foncée que le papier ci-contre et sa couleur pouvait être « comparée à celle d'un mélange de moitié vin rouge et moitié eau. « Dans le bassin du jardin, où l'eau le premier jour était très rouge, « de tous petits cyprins, poissons rouges de Chine très délicate, n'ont « pas souffert.

« Plusieurs lettres que j'ai reçues attribuent cette coloration à des ıuses diverses. Le docteur Letenneur, d'après le docteur Nylander, à présence d'une algue, une autre personne à la poussière entourant s bolides aérolithes et ramassée par un nuage. Enfin, le Muséum ıistoire naturelle l'attribue à un végétal unicellulaire, se développıt sur les vieux toits et gouttières, l'hœmatococcus pluvialis. »

ıns préjuger de la nature de la matière colorante, M. de Septen-

ville pense qu'il s'agissait là d'une de ces pluies dites pluies de sang, qui frappaient autrefois les populations de terreur.

« Le premier jour, en effet, ajoute-t-il, l'eau était comme du sang « additionné d'un peu d'eau. Il est probable, dit-il, que cette matière « colorante soulevée par un tourbillon, avait été portée à des nuées et « se mêlant à leur eau, s'était ensuite déversée en pluie sur le Croisic.»

— Je reçus avec un très vif plaisir l'échantillon de cette eau, car je soupçonnais que la coloration qu'elle présentait, était très probablement due à la présence d'un microorganisme particulier et je m'empressai de faire à son sujet quelques observations bactériologiques que je demande la permission de présenter ici.

Examinée d'abord au point de vue macroscopique, cette eau a une teinte légèrement rosée, elle est assez transparente et on y aperçoit seulement de petits lambeaux pelliculaires flottant au milieu avec tendance à se rapporter de la surface.

Observés avec attention, ces lambeaux ont une coloration tirant sur le rose pâle. Leur aspect rappelle à première vue celui que présente les zooglées de certaines espèces microbiennes formant de petites masses muqueuses difficiles à saisir au sein de l'eau avec l'aiguille de platine.

L'examen microscopique d'un débris de ces pellicules fait d'abord sans coloration, montre qu'elles sont constituées par une sorte de feutrage de bactéries immobiles et comme agglutinées entre elles.

Dans les points de la préparation où l'on peut les apercevoir isolées, ces bactéries paraissent immobiles. Leur membrane d'enveloppe semble bien limitée, mais leur protoplasma est granuleux et on y aperçoit très nettement des points bien réfringents et en plus ou moins grand nombre. Les dimensions de ces bactéries dans les préparations sont variables depuis le micro-bacille jusqu'au filament.

A côté de cette bactérie qui est de beaucoup l'espèce dominante, j'aperçois des infusoires de diverses sortes, puis de grands filaments mycéliens très granuleux, quelquefois entrelacés, et appartenant très probablement à la classe des beggiatoa. Çà et là existent des filaments plus gros et spiralés.

En faisant agir le violet de Méthyle, toutes ces formes s'accusent, mais la membrane d'enveloppe de la bactérie qui domine semble se colorer moins vivement et les corpuscules protoplasmiques demeurent réfringents.

Je mets cette eau en culture au moyen de plaques de gélose et de gélatine, afin d'isoler les espèces microbiennes qu'elle contient.

Les plaques de gélose, mises à l'étuve, donnent d'abord de très nom-

breuses colonies arrondies et sans caractères bien spéciaux ; mais sur plaques de gélatine j'obtiens une multitude de colonies toutes d'aspect uniforme, comme s'il n'existait dans cette eau qu'une seule espèce microbienne. C'est à peine si dans les espaces qu'elles laissent libres, j'aperçois quelques autres colonies d'aspect coliforme. Ces colonies sont grisâtres, très régulièrement arrondies et rapidement liquéfiantes.

Examinées avant le début de la liquéfaction, à un grossissement de 80 diamètres environ, elles donnent à l'œil l'apparence d'un globe en verre dépoli qui masque la clarté trop vive d'une lampe ; elles en ont l'opalescence et la teinte un peu gris jaunâtre ; la liquéfaction avançant, cette apparence se perd, la cupule qui se forme ainsi s'accuse bientôt, et le centre, en se creusant devient sombre, puis la liquéfaction continuant, la colonie perd tous ses caractères.

En les transportant dans les tubes de gélatine en piqûre, on obtient de belles cultures, dans lesquelles la marche de la liquéfaction peut être comparée à celle du vibrion de Finkler. Il se forme à la partie supérieure une dépression, une cupule donnant un peu l'apparence de la bulle d'air des cultures de ce vibrion, et comme pour celui-ci, la zone liquéfiée le long du trait se termine un peu en sac.

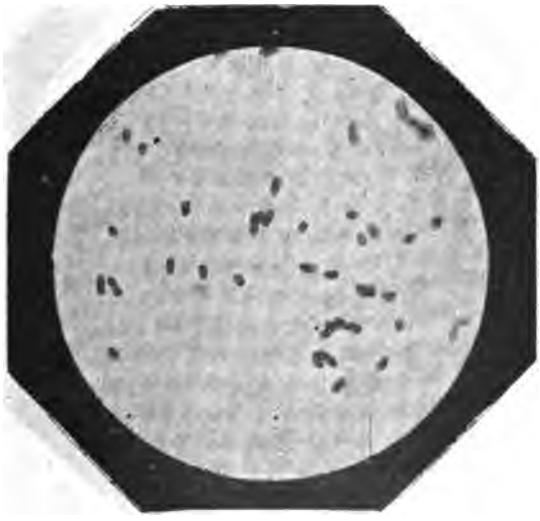


Fig. 1

Bactérie isolée Gr $\frac{1000}{1}$

ns les préparations faites avec ces cultures, l'examen microsco-
e permet d'apercevoir la bactérie animée de mouvements rapides
ssédant une agilité vibrionienne. Elle doit certainement posséder

plusieurs cils. Cette hypothèse semble justifiée par une des épreuves photographiques que j'ai présentés avec cette note, bien qu'il fasse cependant subsister quelque doute à cet égard.

On aperçoit aussi la bactérie par place et toujours sans coloration formant des amas dans lesquels elle se présente sous forme bacillaire ou microbacillaire, avec des points très réfrigents dans l'intérieur de la cellule.

Colorée au violet de gentiane ou à la fuchsine de Ziehl au tiers, on distingue sur ses contours comme une plage moins colorée et très peu apparente.

Les caractères de cultures de cette bactérie sur la gélose inclinée ou sur serum. n'ont rien de particulier. Ces cultures présentent l'aspect d'un enduit crémeux s'étalant sur la surface du milieu.

Cultivée sur les différents milieux dont je viens de parler, le pouvoir chromogène de cette bactérie s'est montré à peu près nul, et c'est à peine s'il était possible d'apercevoir une teinte très légèrement rosée à la partie inférieure de la zone de liquéfaction de la gélatine à l'endroit où s'amassaient les dépôts de la culture.

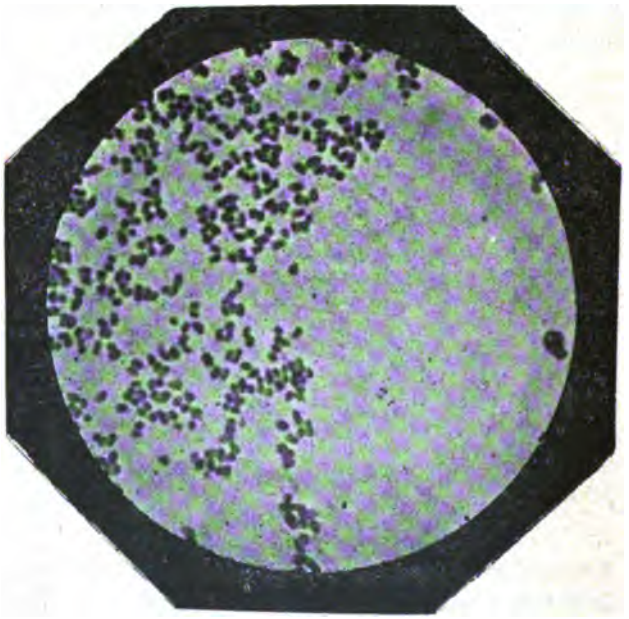


FIG. 2

Amas de Bactéries présentant quelques filaments pouvant être considérés comme des cils. (Ces filaments sont plus apparents dans les préparations microscopiques).

Mais en la cultivant sur pommes de terre en tubes de Roux ou contenues dans des cristallisoirs, et en exposant ces cultures à la

lumière diffuse et à la température du laboratoire, j'obtins de très jolies cultures, bien développées, formant un enduit épais à la surface du milieu et présentant bientôt, au bout de quelques jours, une coloration rose très apparente et dont la teinte se rapprochait exactement de celle de l'eau que j'étudiais. Cette coloration se maintint pendant un certain temps pour disparaître ensuite et faire place à une couleur légèrement brunâtre.

Faut-il rattacher à la présence de cette bacterie dans cette eau la coloration que présentait la pluie elle-même : doit-on en présence de la similitude de coloration du pigment produit par elle et celle de la pluie, penser que la teinte présentée par celle-ci tenait à cet organisme je ne voudrais nullement l'affirmer.

Toutefois, il me paraît intéressant de noter dans cette eau la présence d'un microbe chromogène existant en quantité considérable et presque uniquement à l'exclusion d'autres espèces et produisant au moment où j'en fis l'examen une pigmentation rose comme celle de l'eau de pluie d'où elle provenait.

Cette hypothèse d'ailleurs n'aurait rien d'excessif, car on sait qu'il existe déjà des observations dans lesquelles on a pu constater, dans certaines eaux de pluie, la présence de végétaux microscopiques qui se développant en nombre incommensurable, communiquent ainsi momentanément leur couleur propre aux eaux auxquelles ils se trouvent mélangés.

C'est ainsi que s'expliquent les pluies dites pluies de sang dont il est si souvent question dans les vieilles chroniques du moyen-âge.

C'est pourquoi j'ai tenu à présenter cette observation, d'abord à ce point de vue, et aussi au point de vue botanique et microbiologique, car la bactérie observée ici ne m'a pas paru décrite dans les ouvrages classiques et pour ce fait, je proposerais même de lui attribuer une dénomination particulière, basée sur sa coloration et son origine « Bacillus roseus pluvialis » par exemple.

J'ai cherché dans la région du Croisic, s'il ne me serait pas possible de trouver le lieu d'où aurait pu en quelque sorte être entraîné ce germe particulier, et j'avoue que j'avais même espéré avoir rencontré le point de départ de cette pluie colorée.

existe, en effet, comme l'on sait, dans les marais salants si nom-
ux de cette contrée, un certain nombre de tables salantes dont les
ux mères possèdent une très jolie teinte rose et dont la coloration se
proche absolument du pigment produit par la bactérie que j'avais
ée. Mais je me suis vite rendu compte qu'il n'existait entre ces deux
nomènes aucune relation, la coloration des eaux mères de ces

tables tenant à la présence de corpuscules particuliers, sur la nature desquels je ne suis pas fixé et que j'étudie en ce moment.

Au point de vue bactériologique et probablement à cause de leur haute teneur en chlorure de sodium, ces eaux sont en quelque sorte amicrobiennes et je n'y ai rencontré que des moisissures sans intérêt.

Il m'a paru intéressant de mentionner cette observation, d'abord au point de vue plus spécial qui nous occupe ici et aussi à un point de vue plus général, au moins de ce côté à titre de pure hypothèse.

Je voudrais, en effet, faire ressortir l'intérêt qui s'y rattache au point de vue des relations qui existent certainement entre les manifestations des différents phénomènes météorologiques à la surface du globe et les maladies microbiennes, relations que le médecin devrait toujours avoir présentes à l'esprit.

Laissant de côté l'étude des influences que peuvent avoir plus spécialement sur la biologie des microbes, les variations de ces grands agents, et en s'attachant ici seulement au mécanisme même, si j'ose m'exprimer ainsi, du phénomène observé, n'est-il pas permis de dire : Nous avons eu dans ce cas très probablement transport d'une bactérie particulière, d'un point à un autre, par l'intermédiaire de cette eau de pluie : cette bactérie purement chromogène n'a semblé posséder aucun pouvoir nuisible, mais s'il se fût agi, au contraire, d'un organisme à pouvoir pathogène déterminé, ne peut-on supposer que ses effets eussent pu ainsi être transportés à distance. Ceci évidemment est exposé à titre de pure hypothèse, mais telle qu'elle présentait cette observation m'a paru intéressante et comme d'autre part en dehors de ce point de vue ce phénomène se présente assez rarement, afin que les quelques données que j'ai pu recueillir de ce côté ne soient pas perdues, j'ai prié le Congrès de vouloir bien en accepter le dépôt dans ses archives.

M. E. D. LEVAT
Ingénieur civil des Mines, à Paris

NOTICE GÉOLOGIQUE SUR LES PHOSPHATES NOIRS D'ACCOUS (BASSES-PYRÉNÉES) [553.54]

— Séance du 5 août —

Notre Section de géologie a toujours montré le vif intérêt qu'elle porte à toutes les communications relatives à l'étude des phosphates, surtout lorsqu'il s'agit de gisements situés sur le territoire de la France ou de ses colonies.

Un de nos éminents Présidents de Section, le regretté Fuchs, dont j'ai été l'élève et l'ami, et à la mémoire vénérée duquel sont restés attachés tous ceux qui l'ont connu, débutait au Congrès de Nancy, en 1886, par sa magistrale étude sur les phosphates de chaux de la Somme, restée classique depuis.

C'est à ce même Congrès que notre collègue, M. Philippe Thomas, résumant ses deux explorations de 1885-1886 sur la région de Gafsa et des hauts plateaux tunisiens, nous révélait l'existence d'un riche niveau phosphaté à la base de l'Eocène tunisien et algérien. Le bruit de cette découverte ne tarda pas à confirmer les prévisions de M. Thomas. Elles ont abouti à la création de l'industrie des phosphates algériens, qui a exporté par le port de Bône, en 1897, plus de 200,000 tonnes de phosphates à 60 % et au-delà. En Tunisie, de vastes chantiers, une ligne de chemin de fer de 250 kil. de longueur, aboutissant au pont de Sfax créé pour servir de débouché aux phosphates des environs de Gafsa et d'Haydra, tel est le bilan actuel de l'industrie qu'un de vos Congrès a vu naître.

J'ai eu moi-même l'honneur, au Congrès de Caen, en 1894, de com-
ter les premières notions de M. Ph. Thomas sur les gisements
ériens, en vous faisant part des résultats d'un de mes voyages
ologiques dans cette contrée et en le complétant par une compa-
ison avec les phosphates de la Floride et du Tennessee.

C'est sous les auspices de ces précédents, que je viens vous entre-
ir aujourd'hui d'un niveau phosphaté situé en France et à ma con-

naissance, entièrement inédit, non seulement au point de vue de son horizon géologique, mais aussi, ce qui est plus spécial encore, au point de vue de sa nature et de sa composition.

Comme vous le voyez, en effet, par les spécimens que je fais passer sous vos yeux, il s'agit d'une matière ayant absolument l'aspect de la houille ou, pour mieux dire, de l'anthracite, avec cette différence toutefois, qu'elle noircit les doigts d'une sorte de matière onctueuse ou huileuse, au lieu de se laisser manier sans tacher les mains, comme le fait le véritable anthracite.

Il ne s'agit pas, d'ailleurs, d'un échantillon exceptionnel résultant d'un phénomène local. Comme on le verra tout à l'heure, ce phosphate noir forme une couche régulière interstratifiée dans une portion bien déterminée de l'étage Dinantien qui affleure sur un certain nombre de points du versant nord des Pyrénées, dans l'arrondissement d'Oloron (Basses-Pyrénées).

Donnons d'abord diverses analyses complètes de cette matière :

1° Analyses faites par M. Aubin, chimiste des Agriculteurs de France.

Eau	10.32 %
Phosphate de chaux	27.34
Potasse	1.32
Silice et calcaire	31.76
Matières organiques	29.69

Au point de vue des matières fertilisantes contenues, voici deux analyses du même chimiste :

Azote		0.29 %	0.34 %
Acide phosphorique		17.59	17.92
Potasse	soluble	0.50	0.30
	totale	2.88	1.69

2° Analyse de M. Henri Auriol, professeur d'agriculture à Genève (Suisse).

Acide phosphorique	13.19 %
Potasse	1.06
Matières organiques	29.08 dont azote 0.585 0/0
Chaux, magnésie	7.23
Silice et silicates insolubles	38.69
Eau	1.65
Fer, alumine	9.10

3° Analyse de M. Lebrun, Professeur d'Agriculture à Lembèye.

Eau	10.47 %
Matières organiques	27.92 dont Azote 1 77 0/0

Acide phosphorique	17.57
Chaux et silice	42.05
Potasse.....	1.19

Les premiers échantillons ont été pris aux affleurements de la couche. La teneur en azote paraît augmenter notablement, au fur et à mesure qu'on pénètre plus profondément dans l'intérieur.

Comme on le voit, ces phosphates sont caractérisés par une forte proportion de matières organiques (28 à 29 0/0) par une teneur assez constante en acide phosphorique (13 à 17 0/0) et enfin par la présence d'une quantité d'azote dépassant notablement la teneur moyenne de cet élément dans les houilles et surtout dans les anthracites.

Je m'abstiendrai d'examiner devant vous l'intérêt que présente cette formation au point de vue industriel et agricole. Les considérations de ce genre seront mieux à leur place devant la Section d'Agronomie du Congrès. Je me bornerai à présenter ici quelques observations qui me permettront, en opérant un rapprochement intéressant entre les phosphates d'Accous et ceux du Tennessee, de dégager, comme conclusion l'existence dans ces deux régions d'un niveau phosphaté à la terminaison du dévonien supérieur.

Descrtptions des gisements. Le gave de Pau, reçoit, entre autres affluents, les deux gaves, à peu près parallèles, coulant dans la direction sud-nord, nommés : l'un, gave d'Ossau, qui passe à Laruns et l'autre, gave d'Aspe, sur lequel est bâtie la ville d'Oloron-Sainte-Marie. C'est dans cette dernière vallée et plus particulièrement dans le bassin du gave de Lescun, qui se jette dans le gave d'Aspe à 28 kilomètres en amont d'Oloron, que se rencontrent les affleurements de phosphate dits d'Accous, du nom de la plus importante commune avoisinante.

Le gave de Lescun lui-même, reçoit sur sa rive droite, à une petite distance de son confluent un affluent, nommé rivière de Labadie. L'angle formé par ces deux cours d'eau a son sommet occupé par un plateau dit plateau de Lhers, situé à 900 mètres d'altitude. La crête séparatrice des deux vallées de Lescun et de Labadie, est formée par un vaste synclinal d'un terrain tout particulier contenant les phos- ' ıtes.

On sait que la géologie de la vallée d'Aspe, notamment en ce qui ncerne les terrains crétacés, qui occupent la majeure partie de sa rface, donne lieu à des controverses assez sérieuses. D'après une ente communication de M. Stuart-Menteath, la partie des Pyrénées ınçaises située dans la région du Mont-Perdu, caractérisée par de ıtes épanchements ophitiques traversant le Flysch, correspond aux

Alpes du nord de l'Italie. La tectonique de cette bande est très variée et l'examen que j'ai été appelé à faire récemment de gisements cuprifères en relation avec les ophites de Borce et d'Urdos, m'ont confirmé dans l'opinion de M. Stuart-Menteath, que le Flysch pyrénéen n'est en réalité qu'un simple faciès d'un horizon quelconque du Crétacé des Pyrénées.

Au-dessous de cette formation et en discordance bien caractérisée, se présente dans les vallées de Lescun et de Labadie un vaste affleurement dévonien, dirigé approximativement nord sud. On y distingue les schistes et calcaires grauvackeux situés au nord du Pic Rouge qui se retrouvent aussi dans la vallée d'Ossau (vallée de Lauzun).

M. J. Seunes, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, distingue, au-dessous de cette formation dévonienne inférieure, des schistes et calcaires sans fossiles, intercalés entre les couches à *Spirifer Pellicoi* et celles à *Spirifer Verneuili* (ouest et sud de Lescun) que je n'ai, pour ma part, pas eu l'occasion de constater. Les calcschistes à *S. Verneuili* sont au contraire très répandus. Ils sont couronnés par une formation étendue de calcaires qui occupent le fond et le flanc gauche de la rivière de Labadie. A la partie supérieure de cette formation ces calcaires deviennent noduleux, amygdaloïdes et sont pétris d'articles d'encrines. Les nodules calcaires donnent déjà une teneur appréciable en acide phosphorique. C'est au sein de ces calcaires et immédiatement au-dessous de la couche de calcaire amygdaloïde que se rencontre la couche phosphatée.

A Lhers, sommet du synclinal dont j'ai parlé plus haut, la couche affleure sur une quarantaine de mètres de hauteur et présente la coupe suivante :

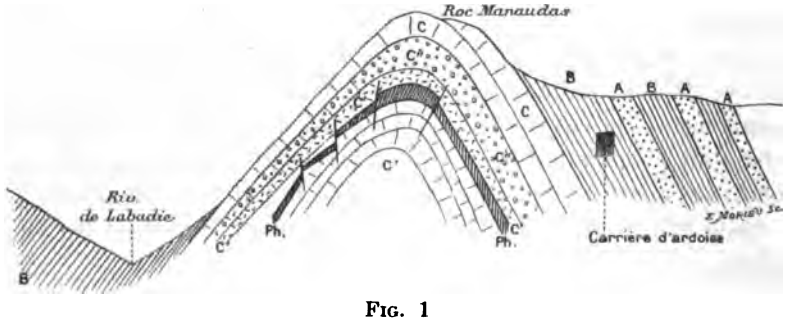


FIG. 1

LÉGENDE

A A	Bancs de grès	Dinantiens.
B B	Schistes	
C C	Calcaire compact.	
C'C'	» avec polypiers, encrines, etc.	
C''C''	» amygdaloïde.	
Ph.	Couche phosphatée.	

M. Seunes dans le travail que j'ai déjà cité (B. S. G. F., 1892-93) place ce calcaire ainsi que les schistes avec alternances de grès qui le recouvrent en concordance, dans le Dinantien. La présence de la couche n'avait pas échappé à ce géologue, mais il l'avait signalée simplement *comme un banc de houille anthraciteuse et pyriteuse, épais d'un mètre environ et intercalé dans les calcaires*, sans en reconnaître la composition véritable, qui n'était d'ailleurs guère à prévoir d'après l'aspect de la couche.

Les travaux de recherches ont maintenant mis à jour cette couche sur un grand nombre d'autres points du synclinal Lescun-Labadie. Au fur et à mesure qu'on s'éloigne du plateau de Lhers, en remontant dans la vallée de Lescun, le pli aigu qui a mis à jour la couche phosphatée en la laminant de manière à diminuer sa puissance jusqu'à 1m à 1m50, fait place à une ondulation plus faible en forme de selle adoucie, avec des puissances régulières de phosphate beaucoup plus considérables.

C'est ainsi qu'à l'entrée du ravin de la Brenère, à environ 3 kil. au Sud de Lhers, le gisement présente la coupe suivante :

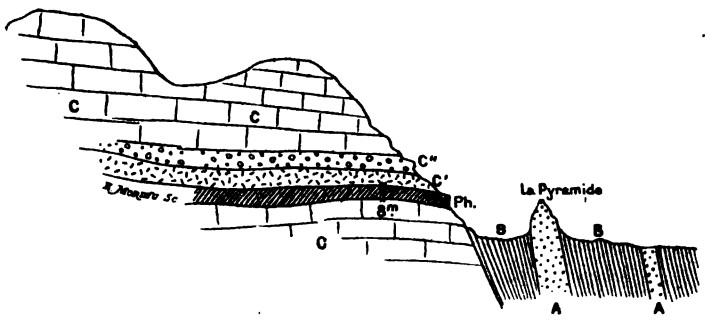


Fig. 2

(Même légende que pour la figure 1).

La couche phosphatée affleure d'ailleurs en un grand nombre de points dans le ruisseau de la Brenère et se continue au Sud jusqu'à la rencontre des premiers contre-forts du Col de Sabadou, sous lesquels elle cesse d'être visible. Elle constitue dans son ensemble un vaste bassin rétréci à son extrémité sur le plateau de Lhers et s'étalant ensuite dans l'angle formé par les deux cours d'eau de Lescun et de Labadie.

Je tiens à rapprocher de cette formation de celle du Tennessee, où les phosphates ont pris dans ces derniers temps un développement considérable après être restés inexploités pendant plus de 25 ans à suite de l'ignorance où l'on se trouvait de leur composition réelle.

Cette portion spéciale du Dévonien supérieur a été en effet décrite par le Dr Stafford, géologue du Gouvernement, dès 1870. La formation des phosphates du Tennessee d'après la thèse de Messrs. Meadows et Lyttle Brown présentée en 1894 à la Vanderbilt University, constitue la partie supérieure du Dévonien dans la région considérée. Les schistes noirs (black slate) qui recouvrent le banc phosphaté, forment le dernier terrain de la série. Ces schistes contiennent fréquemment des nodules plus ou moins aplatis, de couleur noire et foncée, d'odeur fétide. La couche phosphatée est elle-même imprégnée d'une matière organique fétide, déjà signalée par M. Thomas dans certains phosphates foncés d'Algérie et de Tunisie et qui se retrouve aussi dans les phosphates d'Accous. La proportion de cette matière peut s'élever à 5 à 6 0/0, à tel point que dans les débuts on prenait aussi bien dans le Tennessee qu'en France, les phosphates pour de la houille impure, qui flambait légèrement sur un feu de forge, par suite de la combustion de la matière organique qu'ils contiennent. La puissance de la couche phosphatée, dans le Tennessee varie de quelques pouces à 1 m. ou 1 m. 20 au maximum ; elle couvre de vastes surfaces et affleure dans les vallées, suivant les lignes de niveau du sol naturel, le terrain ayant été très peu plissé.

Il m'a paru intéressant, en faisant connaître l'existence des phosphates noirs d'Accous, de les rattacher au niveau géologique fixé par les phosphates du Tennessee à la terminaison du Dévonien supérieur. Ce court aperçu montre aussi qu'il faut avoir constamment le soin, dans les recherches géologiques de phosphates, de s'éclairer par des analyses fréquentes. Les matières les plus diverses d'aspect et situées dans des terrains aussi dissemblables que les apatites de Norwège ou du Canada, les amas sableux, en forme d'entonnoirs, de la Somme, les filons de phosphorites du Quercy ou de Cacérès, les nodules des Ardennes et de la Floride, les phosphates en roche d'Algérie, les phosphates noirs d'Accous, peuvent donner naissance à des gisements qui offrent d'autant plus d'intérêt que la demande pour leur emploi agricole va sans cesse en grandissant.

M. G. RAMOND

Assistant de Géologie au Muséum d'histoire naturelle, à Paris

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES SUR LES TRAVAUX ENTREPRIS PAR LA DIRECTION TECHNIQUE DE L'ASSAINISSEMENT DE LA SEINE ET DE L'UTILISATION AGRICOLE DES EAUX D'ÉGOUTS DE PARIS

(Suite)[1] [554 (4434)]

— *Séance du 8 août* —

Depuis un an, les travaux de la Direction technique de l'Assainissement ont été continués avec une grande activité, et l'on espère ne plus projeter en Seine d'eaux d'égouts d'ici à l'ouverture de l'Exposition Universelle de 1900. Déjà, les riverains sont d'accord sur ce fait capital : la Seine s'épure, et le poisson reparaît en des points du fleuve qu'il avait, depuis longtemps, déserté.

Le *Parc Agricole d'Achères* est entièrement aménagé ; des *visites publiques* ont été organisées à dater du 30 juin dernier, et elles se renouvellent, chaque dimanche (en été), avec un plein succès.

Le *Domaine de Méry-sur-Oise* est déjà sillonné de conduites de distribution en « ciment armé » (plus économique que la fonte), et, d'ici à la fin de l'année, cette troisième région d'épandage pourra être irriguée.

Bientôt enfin, la nappe *alluviale* de la boucle de CARRIÈRES-SOUS-POISSY et TRIEL (*Domaine municipal du Grésillons*, et annexes) sera fertilisée à son tour[2].

M. G. RAMOND a pu établir, d'après ses observations sur le terrain, et divers documents — obligeamment communiqués par MM. BECHMANN et LAUNAY, Ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, et leurs Collaborateurs : M. Dutoit, Inspecteur des Irrigations ; et MM. Anderlé, Bricremont, Diébold, Gaudaire, Grelier, Lelavandier, Maillard, Conducteurs, Chefs de sections — un *Profil* en long, *géologique*, *détaillé*,

1. Voir *Congrès de l'*AFAS, Caen, 1894 ; 2e partie, p. 472 ; *Congrès de l'*AFAS, Saint-Étienne, 1897 ; 1re partie, p. 283 ; 2e partie, p. 414, avec Planches et Coupes.
2. Voir la Planche qui accompagne la Note présentée au Congrès de Saint-Étienne (AFAS, 1897).

de l'Aqueduc-Egout principal (*Émissaire général*) et des Branches annexes, ainsi que la coupe de la traversée de l'Oise, entre CONFLANS et MAURECOURT.

1. — Détail des Couches rencontrées dans les Sondages d'étude du sous-sol de la Vallée de l'Oise (*Voir fig. n° 1*), à 1,500m en amont du Confluent de la Seine et de l'Oise).

Sondage n° 1 (Rive Droite de l'Oise).

(Alt. au sommet : + 22m12)

			Épaisseurs :
ALLUVIONS RÉCENTES (a^2)	»	Terre végétale, limoneuse.....	1m04
	1m04	Sables gris-jaunâtre, très fins..	0 22
	1 26	Limons jaunâtres, tendres.....	1 49 Eau : 1m50
	2 75	Limons gris-bleuâtre, tendres..	1 73
	4 48	Vases gris-foncé, un peu sableuses.....	1 42
	5 90	Sables gris-blanchâtres, graveleux, très coquilliers, marneux	1 05
	6 95	Sables gris-vaseux ; bois pourris, etc.....	2 65
	9 60	« Falaise » (Alluvions concrétionnées) ; Gros graviers....	2 50
ALLUVIONS ANCIENNES (a^{1a})	12 10	Sables et graviers fins, coquilliers ; quelques silex roulés..	2 04
SABLES DU SOISSONNAIS (e_{yy}) [*Étage Yprésien*]	14 14	Sables siliceux verdâtres, glauconieux, fins, traversés sur..	4 93

Sondage n° 2 (Rive Gauche de l'Oise).

(Alt. au sommet : + 23m43)

ALLUVIONS RÉCENTES (a^2)	»	Terre végétale, limoneuse, jaunâtre ; débris de Roches calcaires (Éboulis).....	1 50
	1 50	Limons argileux, jaunâtres ; débris calcaires..... ...	0 94
	2 44	Limons argileux, jaunâtres, veinés.....	1 68
	4 12	Sables fins, limoneux, bleuâtres, argileux ; débris de Calcaires grossiers, *lutétiens*.....	0 92 Eau : 4m20
	5 04	Vases brunes, veinées de bleuâtres, très compactes, argileuses.....	Eau (niveau moyen) : 3m80 0 74
	5 78	Argiles jaunâtres, veinées de filets sableux, jaunes.....	2 54

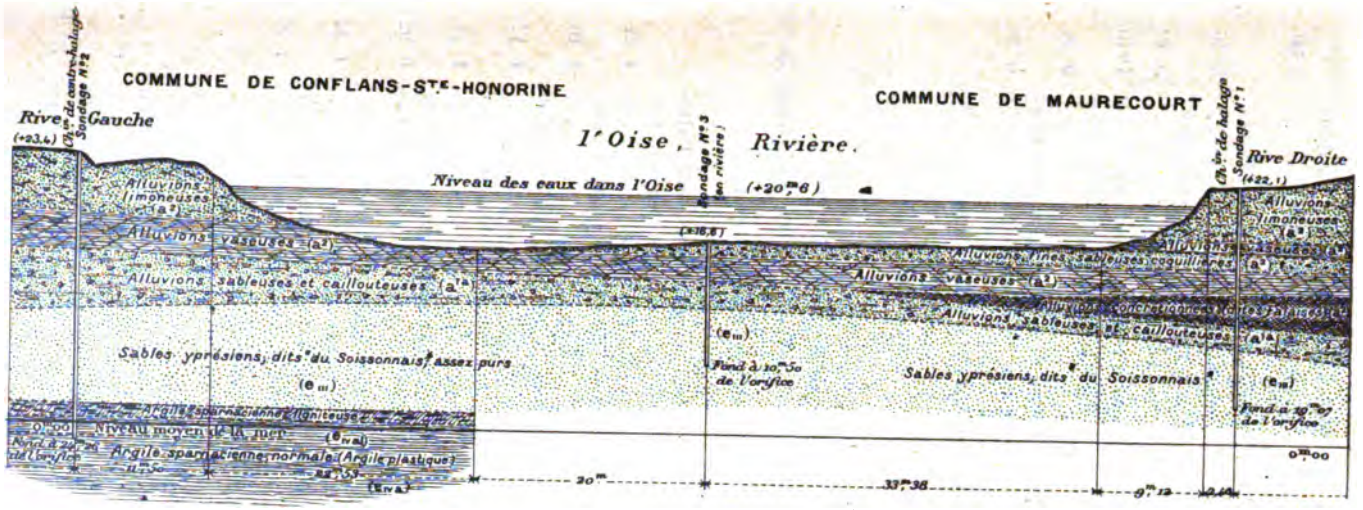


FIG. 1

Coupe suivant le tracé du « Siphon de Maurecourt ».

			Épaisseurs :
ALLUVIONS ANCIENNES (a^{1a})	8 32	Alluvions grossières ; cailloux (surtout silex) roulés.....	5 30
SABLES DU SOISSONNAIS [*Étage Yprésien*] (e_{999})	13 62	Sables siliceux, fins, verdâtres, un peu argileux.....	3 16
	16 70	*Même roche ;* plus compacte (dure à percer).....	5 12
LIGNITES ; ARGILE PLASTIQUE [*Étage Sparnacien* (e_{IV})]	21m90	Argiles noires, ligniteuses. ..	1m10
	23	Argiles plastiques, couleur gris-foncé.....	0 50
	23 50	*Même roche* ; couleur gris-brunâtre ; un peu sableuse.....	0 70

(Sondage arrêté à 24m26 de profondeur).

Sondage nº 3 *(en Rivière)*

Les eaux étaient, le 20 décembre 1895, à l'altitude + 20m61

(Fond du lit à + 16m61)

ALLUVIONS RÉCENTES (a^2)	»	Sables et graviers fins, d'alluvions (contemporaines) ; Coquilles fluviatiles.....	1 24
	1 24	Vases noirâtres, argileuses, (*Unio* sp.).....	1 16
	2 40	Vases grises, argileuses (*Lymnæa* sp.).....	1 12
ALLUVIONS ANCIENNES (a^{1a}).	3 52	Alluvions à gros éléments; graviers.....	1 34
	4 86	Alluvions un peu plus fines ; débris de calcaires ; silex roulés	0 92
SABLES DU SOISSONNAIS [*Étage Yprésien*] (e_{999})	5 78	Sables fins, jaune-verdâtre, quartzeux, glauconieux.....	1 26
	7 04	*Même roche* ; couleur gris-verdâtre, traversée sur.....	3 46

(Sondage arrêté à 10m50 de profondeur).

Altitudes probables : du Sommet des Marnes *montiennes*, dites « de Meudon » (e_{VI})..... (— 5)
du Sommet de la Craie *sénonienne* (e_8) dite « de Meudon »..... (— 10)

2. — Détail des Couches rencontrées dans le fonçage du Puits d'alimentation de l'Usine de refoulement, à PIERRELAYE (S.-et-O.)

(Altitude du Sol : + 50m1)

				Épaisseurs :
« SABLES DE BEAUCHAMP » (e1) Bartonien inf(r).		»	Terre végétale, maigre.....	0m40
		0m40	Sables jaunâtres.....	3 20
		3 60	Sables glaiseux....	0 20
		3 80	Banc de Calcaire dur	0 15
		3 95	Veine de Sables glaiseux.....	0 05
CALCAIRES GROSSIERS, LUTÉTIENS — SUPÉRIEUR (e9) [« les Caillasses »]		4m	Banc de Calcaire dur, gris.....	0 30
		4 30	Marnes blanches.....	0 90
		5 20	Calcaires marneux, séparés par des lits de *Silex agglomérés*	1 90
		7 10	Banc de Calcaire feuilleté.....	0 30
		7 40	Marnes compactes.....	0 50
		7 90	*Agglomérés siliceux*.....	0 40
		8 30	Marnes compactes.....	0 40
		8 70	Calcaires marneux.....	0 60
		9 30	Lit de *Silex noirs*.....	0 05
		9 35	Marnes compactes.....	0 75
		10 10	Veine de Sable blanc *(Silex carié)*.....	0 10
		10 20	Marnes compactes.....	0 10
		10 30	Banc de Calcaires durs.....	0 50
		10 80	— de Calcaires marneux....	0 80
		11 60	Masse de Calcaires durs le « *Banc Royal* ».....	4 30
				(Altde : + 34m20)
INFFS, MOYENS (e9,9)		15 90	Bancs de Calcaires durs (Moellons)	0m55
		16 45	Marnes feuilletées.....	0 10
		16 55	Marnes, *avec silex*.....	0 10
		16 65	Calcaires marneux et « Caillasses » (*Calcaires siliceux*)..	0 20
				(Eau à + 33m)
		16 85	Calcaires coquilliers, poreux..	0m80
		17 65	Veine de Marne sableuse... ..	0 05
		17 70	Banc de Calcaires durs (*Moellons*)	1 85
		19 55	Veine de Marnes compactes, blanches	0 15
		19 70	Banc de Calcaires durs (*Moellons*	0 80
		20 50	Banc Calcaire ; *visible sur*.....	0 20
				(Fond à + 29m40)

3. — Coupe prise sur le Branchement *des Courlins*. (Limite des Communes de PIERRELAYE et d'HERBLAY (S.-et-O.).

		Épaisseurs :
BARTONIEN MOYEN (e^{2a})	Altitude + —	
	T. V. et Brouillage.....	1m environ
	Calcaire « de Saint-Ouen », sublithographique, en bancs disloqués.....	1m
	Calcaire marneux, très fragmentaire..	0 40
BARTONIEN INFr (e^1) (Sables et Grès « de Beauchamp »)	Filet de Sables argileux.....	0m01
	Sables quartzeux, légèrement colorés, surtout au sommet (très coquilliers) : *Melania hordacea*, *Natica parisiensis*, etc.....	0 15
	Sables quartzeux, fins, à *Melania hordacea*.....	0 20
	Banc de grès, assez régulier.....	0 15
	Sables quartzeux, fins, légèrement colorés ; à *Cerithium tuberculosum*, *Ostrea cucullaris*, etc.....	1m et plus

---

4. — Coupe du Puits foré du Chantier du *Domaine municipal* de Méry-sur-Oise, au lieu dit « la Hte Borne » (Commune de Méry-sur-Oise), pour alimentation en eau (Exécuté par MM. Arrault et Cie, Ingénieurs-sondeurs.

Dans les Calcaires lutétiens suprs et moyens (e_s, e_{ss})	(*Alt. du sol* : + 52m) [Ancien puits, de 21m61 de profondeur]
LUTÉTIEN INFr (e_{ss}) (« Calcaire grossier », parisien ; zones inférieures)	Calcaire *glauconifère*, dur 0m35
	Filet sableux et marneux, *glauconifère* 0 18
	Calcaire *glauconieux*, en plaquettes.. 0 24
	Marnes et Sables *glauconieux*, alternant ; ensemble..... 3 46
	Calcaire *nummulitique*, dur, *glauconifère*..... 0 40
	Marne et sables calcaires, *nummulitiques* Plaquettes calcaires..... 1m
	Calcaire dur, *glauconifère*..... 0 40
	Marne et Plaquettes calcaires, *glauconifères*..... 0 25
Base du Lutétien (e_{ss})	Sables argileux, coquilliers (*Fond de la fouille* + 2 15).

La *Planche* I, qui accompagne la présente Note, aurait dû être jointe à la communication du Congrès de Saint-Étienne (1897), sur le même sujet ; mais elle n'a pu être préparée en temps utile.

C'est, en réduction, le figuré de 2 Sections du *Profil* en long, *géologique*, des Aqueducs-Égouts, comprenant :

1°) *Émissaire général*, depuis la traversée du Chemin de fer de l'Ouest (ligne d'Argenteuil à Mantes), à HERBLAY, jusque vers Fin d'Oise.

2°) *Branche* du Domaine de *Méry-sur-Oise*, de l'origine, près d'HERBLAY, à l'Usine de refoulement de PIERRELAYE.

Dans une Communication ultérieure, figureront les Plans et Coupes du Domaine de Méry.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

(BIBLIOGRAPHIE. — DOCUMENTS CONSULTÉS, etc.)

Documents Officiels :

— Note sur l'exécution des travaux de l'*Aqueduc d'Achères* (7 juillet 1895), par MM. BECHMANN et LAUNAY, Ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées.)

— Epuration et Utilisation agricole des Eaux d'Egouts (Plaine de Gennevilliers). — Dupont : in-12, 1892.

— Carte géologique détaillée de la France, au 80,000e. Feuille Paris (n° 48); 2e Édition, 1888.

— *Idem* — des Environs de Paris, au 40,000e (1890) (avec Notice explicative). — « Congrès géologique international », Berlin, 1885.

[*Relevés sur le terrain de* M G.-F. DOLLFUS.]

- Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet : *l'Utilisation agricole des Eaux d'Égouts de Paris et l'Assainissement de la Seine*, par M. le Dr BOURNEVILLE, député. — *Documents parlementaires*, n° 1303. — 4e législature ; Session ordinaire de 1886. — Chambre des Députés ; Annexes au Procès-verbal de la Séance du 21 novembre 1886, (in-4°)

Autres Documents :

BECHMANN et LAUNAY. — Notice technique sur l'Aqueduc d'Achères. 1896. — (*Annales des Ponts-et-Chaussées*)

L. COSSERAT (*Voir ci-après*).

P.-P. DEHÉRAIN. — Leçon d'ouverture du Cours de Physiologie végétale pliquée à l'Agriculture, au Muséum d'Histoire naturelle : *La Terre ible, les Engrais* ; du 4 Mai 1897 (*Annales agronomiques*).

G.-F. DOLLFUS : Révision de la *Carte géologique détaillée de la France* 80.000e. — *Bull. du Service de la Carte géol. de France* : n° 44, me VII, 1895-96.

— Sur le gisement de Cergy, près de Pontoise. (*Mém. Soc. Roy. Malac, Belgique*, t. XIX, 1884).

L. Doué : L'infection de Paris et de la Banlieue, oct. 1883. — Renou, Maulde et Coke, in-8°.

Durand-Claye : Utilisation agricole et épuration des Eaux d'Égouts de la Ville de Paris (Premiers Essais, à Clichy-la-Garenne). — (*Ann. de la Société des Agriculteurs de France, 1870*).

(Voir, en outre, divers Documents techniques sur le même sujet.

Huot : Sur un terrain occupant, sur la R. D. de la Seine, la plaine située entre la montagne (l'Hautil) et le fleuve, et, sur la rive opposée, l'espace compris depuis Médan jusqu'à Rolleboise ; petit in-8°, 182.

A. Joanne : Monographie du Département de Seine-et-Oise, in-8°.

A. de Lapparent : « La Géologie en chemin de fer ». Description géologique du Bassin parisien ; petit in-8°, Savy, 1888.

Laville : Le Gisement Chelléo-Moustérien à Corbicules de Cergy (près de Pontoise). *Bull. Soc. d'Anthropologie de Paris*, 1898.

Manouvrier : Étude des Ossements humains trouvés dans un Cimetière de l'époque Mérovingienne, à Andresy (S.-et-O.). — *Association française pour l'Avancement des Sciences* ; Congrès de Limoges, 1890, 1re partie, p. 224 et 227. — 2e partie, p. 573 ; avec Pl.

Voir sur le même sujet :

L. Cosserat : Cimetière mérovingien d'Andrésy (S.-et-O.). — (Publié par les soins de la Cie des Chemins de fer de l'Ouest) ; May et Motteroz, in-fol., 23 p. 10 Pl. (Ouvrage présenté à l'*Académie des Inscriptions*, par M. Héron de Villefosse, le 23 décembre 1891) ; — et le n° de « *la Nature* », 18e année, 2e semestre, p. 359. (Nov. 1890).

St. Meunier : Géologie des Environs de Paris, 1875, gr. in-8°, J.-B. Baillière.

Mille : (Divers Documents officiels, Rapports et Mémoires techniques, etc., sur les Essais de Clichy, de Gennevilliers, etc.

Munier-Chalmas et A. de Lapparent : Note sur la Nomenclature des Terrains sédimentaires. — (*Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXI, p. 438 in-8°, 1893).

Nansouty (Max de) : Travaux de Paris : Siphon d'Herblay. *la Nature* », 21e année, 2e semestre, p. 253, avec fig. Nov. 1893 (n° 1066).

Perrier du Carne : Gisement chelléen de la Ballastière de Flins-les-Mureaux (Seine-et-Oise). — (*Bull. de la Soc. d'Anthropologie*, petit in-8° (Nov. 1891).

G. Ramond : Note sommaire sur l'Aqueduc-Égout de Clichy-Achères. AFAS : *Congrès de Caen*, 1894).

— Observations géologiques sur les travaux entrepris par la Direction technique de l'Assainissement de la Seine et de l'Utilisation agricole des Eaux d'Égout de Paris. AFAS : *Congrès de Saint-Etienne*, 1897.

— Étude géologique des Aqueducs destinés à transporter hors de Paris les Eaux d'Égouts de la Capitale et des Champs d'épandage ; avec Pl. Photog. et Coupes *(en préparation)*.

G. RAMOND et G.-F. DOLLFUS : Géologie du Chemin de fer d'Argenteuil à Mantes. — (*Bull. de la Soc. géol. de France* ; 3e série, t. XIX, 1890-91 ; p. 20, et p. 978-1023, fig. et Pl).

RAULIN : Carte géognostique du Bassin tertiaire parisien, avec Notice (1843).

SARCEY (F.) : « Les Odeurs de Paris ». Assainissement de la Seine ; avec Carte (Gauthier-Villars, gr. in-8o, 1882).

[*Voir aussi divers articles dans les grands Journaux quotidiens, notamment, dans* « Le Matin », *6 juillet 1898*].

De SÉNARMONT : Description géologique du Département de Seine-et-Oise. Texte et Carte au 80,000e (1844).

SIREY : Utilisation des Eaux d'Égouts de la Ville de Paris (*Soc. d'Horticulture de France, 1870. Rapports et Ext. des Procès-verbaux des Séances*).

SUILLIOT : La question des Vidanges (Imp. Vauthrin frères, in-4o, 1880).

VINCEY (P.) : Carte agronomique du Département de la Seine (et de quelques parties de Seine-et-Oise), au 100.000e.

— La Digestion de Paris. Approvisionnement, Assainissement. — (*Mém. de la Soc. nat. d'Agriculture de France* ; t. CXXXVIII, 1896).

— Épuration terrienne des Eaux-vannes selon les cultures et les sols. (*Idem*, t. CXXXVII (1895 .

— Les Gadoues de Paris, et l'Agriculture du Département de la Seine. — (*Idem*, t. CXXXVIII, 1896).

Voir, en outre, les principales Revues scientifiques et techniques de ces dernières années : *Annales des Ponts et Chaussées ; Revue Scientifique ; Revue générale des Sciences pures et appliquées* ; *La Nature ; Le Génie Civil ; Le Génie Sanitaire* (Nott. le no du 30 Juin 1898, consacré à *l'Inauguration officielle des Visites publiques* au « Parc agricole d'Achères », etc., etc.

M. G. RAMOND

Assistant de Géologie au Muséum d'histoire naturelle, à Paris

ÉTUDES GÉOLOGIQUES DANS PARIS ET SA BANLIEUE : LE CHEMIN DE FER DE « COURCELLES AU CHAMP-DE-MARS » ; LA LIGNE « D'ISSY A VIROFLAY-R.-G. » ; « LE MÉTROPOLITAIN » ; LES TRAVAUX DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900.

[554 (4434)]

— Séance du 8 août —

Quel que soit le préjugé, répandu parmi les Géologues, qu'il n'y a pas d'études sérieuses à faire dans Paris et sa Banlieue; que la stratigraphie parisienne a été établie, depuis longtemps, par des Maîtres, et qu'il n'y a plus à revenir sur des terrains si connus, l'auteur de cette courte Note a pensé que la construction du Chemin de fer Métropolitain — attendu depuis plus de 20 ans, et qui vient d'entrer dans la période d'exécution —, ainsi que les travaux de l'Exposition Universelle de 1900, et des voies nouvelles, devant en faciliter l'accès aux visiteurs de Paris, de la Province et de l'Étranger, offraient une occasion d'étude que l'on ne retrouverait pas de longtemps.

Ligne de « Courcelles au Champ-de-Murs ». — Grâce au bienveillant accueil de MM. Rabut, Ingénieur en chef et Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, et Bonnet, Ingénieur au même Corps, attachés au Service de la Construction de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest, nous avons pu suivre, M. Dollot et moi, les travaux

ayant pour but : d'une part, l'élargissement à quatre voies de la plate-forme de la « ligne d'Auteuil », dans la section de Courcelles à La Muette (Avenue Henri-Martin) ; d'autre part, l'établissement d'une ligne nouvelle, traversant Passy en souterrain, avec station en tranchée, à l'intersection des Rues Singer et de Boulainvilliers. Ce tronçon va se raccorder, près du Champ-de-Mars, à la ligne qui longe la R. G. de la Seine, en franchissant les deux bras du fleuve, séparés par l'Ile des Cygnes, sur des Ponts métalliques d'une grande hardiesse.

Entre les Stations de Courcelles et de la Porte-Maillot, l'élargissement des tranchées a donné des coupes dans les masses sableuses « de Beauchamp » (*Bartonien inférieur*), assez argileuses, et uniformément colorées en jaune pâle ou jaune verdâtre; peu de fossiles déterminables. Çà et là, au sommet, quelques débris de la formation « de Saint-Ouen ». (*Bartonien moyen*); et, vers la base, les Marnes et Calcaires *lutétiens*, *supérieurs* (Calcaire grossier, « Caillasses », etc.). Au droit du P. S. de l'Avenue des Ternes, la partie Ouest est creusée dans les Calcaires, tandis que celle de l'Est est dans les Sables; cette disposition est le résultat d'un affaissement, sans importance stratigraphique générale.

De la traversée de l'Avenue de la Grande-Armée (Porte-Maillot) à Passy, les tranchées sont constamment creusées dans les Marnes et Calcaires *lutétiens;* par place, on remarque des Poches *diluviennes;* les divers bancs sont interstratifiés avec des zones siliceuses (silex cariés; pseudomorphoses de gypse, lutécite, etc.) — (*Voir la Coupe n° 1* et la photogravure).

Une série de photographies prises en des points convenablement choisis, a été exécutée par M. Dollot. Nous en mettons quelques-unes sous les yeux des Membres du Congrès.

La Section nouvelle, allant de l'Avenue Henri-Martin (La Muette, Chalet Lamartine, Ancien fleuriste de la Ville de Paris; Coupe n° 3) à la Seine, presque constamment souterraine, est en pente vers le fleuve; les fouilles ont entamé, successivement, les divers bancs des Calcaires *lutétiens, moyens et inférieurs*, puis (au-dessous de la Rue des Vignes et abords) les Argiles plastiques, *sparnaciennes*, de nuances diverses, et les niveaux sableux et ligniteux qui en dépendent. Jusqu'à ent, les déblais n'ont pas fourni de minéraux accidentels bien intéssants : on ne nous a signalé que des sphéroïdes de *Marcasite*, cristaux de *Gypses* trapéziens et en groupements étoilés, etc. La ssance du *Sparancien* est, sous Passy, d'une vingtaine de mètres iron.

'établissement des Culées du Pont franchissant le grand bras de la

Seine, sans piles intermédiaires, a donné des coupes analogues à celles fournies par le « Pont-Mirabeau[1] ».

La nouvelle Ligne, s'abaissant progressivement jusqu'au dessous du niveau des quais de la R.-G. de la Seine, vient se raccorder, au Champ-de-Mars, avec celle de Grenelle-Invalides, dont l'infrastructure est terminée depuis quelque temps déjà. Les Géologues n'ont rien eu à glaner sur cette dernière Section ; çà et là, les *Alluvions récentes*, limoneuses, apparaissent au dessous des terres rapportées (Mollusques fluviatiles).

Ligne « d'Issy à Viroflay R.-G. » — Il importait d'établir une jonction directe entre la nouvelle Gare-terminus de l'Esplanade-des-Invalides et le Réseau (extérieur) des Chemins de fer de l'Ouest, sans emprunter la « ligne d'Auteuil ». On s'est arrêté à la solution suivante : construction d'une voie ferrée nouvelle, reliant la ligne, dite « des Moulineaux[2] », à celle de Versailles R.-G. Mais, en raison des différences d'altitudes considérables entre ces deux lignes, les Ingénieurs de la Compagnie ont été amenés à reporter les raccordements, d'une part à Viroflay (sur la ligne de la « Rive Gauche »), de l'autre au Champ de manœuvres d'Issy, près de l'entrée dans Paris de la « ligne des Invalides ». Le passage de la voie ferrée de jonction par le Vallon de Sèvres, que la topographie semblait indiquer, a été écarté, pour des motifs d'ordre économique; on a adopté un tracé, presque direct, s'élevant progressivement en remblais et viaducs dans la plaine d'Issy, contournant le coteau *classique* des Moulineaux, et pénétrant dans le Vallon du Val-Fleury (Meudon), en passant au-dessous du Grand Viaduc de la « Rive Gauche », si connu des Parisiens.

Un tunnel ascendant, de plus de 3 kil. de longueur, fait déboucher la ligne dans la Plaine de Chaville, au-dessous de l'Étang d'Ursine; de là, la voie ferrée gagne Viroflay R.-G.

Les sondages d'étude ont permis d'établir un *Profil géologique* provisoire d'un grand intérêt[3]. Les détails en sont confirmés, dans

1. M. G.-F. Dollfus a été appelé à faire une étude des sondages de l'Avant-projet de cette ligne.

Voir : *Bull. du Service de la Carte géologique de France ;* C. R. des Collaborateurs ; Année 1886-97 (n° 53).

2. Voir : G.-F. Dollfus et G. Ramond : « Notes de Géologie parisienne ; le Chemin de fer des Moulineaux », in-8° (1889) avec Profil et Coupes ; — et *Bull. Soc. géologique de France*, 3e série (tome XVIII), juin 1890.

3. Voir : *Bull. du Service de la Carte géologique de France* ; C. R. des Collaborateurs ; *loc. cit.*

leur ensemble, au fur et à mesure de l'avancement des travaux d'exécution.

La partie la plus difficile du tracé est celle qui est construite en souterrain, et elle n'avance que lentement.

La tête inférieure du tunnel (côté de Meudon) est ouverte dans les Calcaires *lutétiens*, moyens, à *Orbitolites complanata* ; la tête supérieure (côté de Chaville), dans les Marnes feuilletées, bleues, pyriteuses, *sannoisiennes*, au-dessous desquelles se développe un puissant banc de Gypse compacte, sacchoroïde, très résistant (*Ludien*). Le tracé du souterrain se maintient au Sud de l'*Axe Anticlinal de Meudon-Beynes*. Les strates sont recoupées obliquement dans la longue galerie ; et, par suite d'une courbe qui éloigne la ligne ferrée du nadir de l'Observatoire d'Astronomie physique de Paris (ancien Château de Meudon), l'ascension des assises est bien plus rapide vers l'extrémité orientale du tunnel que vers son extrémité occidentale. Ce n'est que lorsque le percement de ce souterrain sera terminé que l'on pourra formuler des conclusions sur la tectonique de cette région suburbaine, d'un si grand intérêt géologique.

Le « *Métropolitain* ». — Les travaux du « Chemin de fer métropolitain de Paris » sont à peine amorcés. La grande Ligne transversale « Bois de Boulogne — Bois de Vincennes » sera l'une des premières construites. Sauf dans la traversée de la Butte de l'Étoile et abords, et sous la place de la Concorde, la Galerie se maintiendra dans la nappe *d'alluvions* de la Seine, et elle ne fournira guère plus de renseignements que celles des grands Égouts-collecteurs.

Nous ferons la même observation au sujet de la ligne de pénétration du « Chemin de fer d'Orléans » au cœur de Paris, en suivant les quais de la R.-G. de la Seine, entre la Gare-terminus, actuelle, du Quai d'Austerlitz et la Nouvelle Gare, à édifier sur les ruines de la Cour des Comptes, et sur l'emplacement d'une caserne, aujourd'hui démolie.

En ce qui concerne les fouilles dans les espaces réservés à l'Exposition Universelle de 1900, on peut dire que les seuls points offrant quelque intérêt, pour les Géologues, sont ceux des fondations des Culées du « Pont-Alexandre-III », et de la « Porte Monumentale » de Place de la Concorde. Nous reviendrons ultérieurement sur ces illes, s'il y a lieu.

Remblai, T. V.

Poches *diluviennes*, obliques.

Alternances de lits calcaires, marneux, du *Lutétien supr*, avec Pseudomorphoses siliceuses ou calcaires du Gypse.

FIG. 1

Attaque de la Tranchée d'élargissement (intersection du Boulevard Lannes et de l'Avenue du Bois de Boulogne. Parois N.-O. et S.).

I. — Coupe prise à la traversée de « l'Avenue du Bois de Boulogne », côté N.-O.

(Alt. au sommet = 46m7.)

	Terres rapportées, T. V.	1m *environ*
ALLUVIONS ANCIENNES (a^{1a})	Marnes jaunes et blanches, sans stratification, présentant des poches de Sables *diluviens (Ravinement)*	1m50 à 2m
	Marnes blanches	0 50 à 2m
CALCAIRES *LUTÉTIENS* SUPÉRIEURS (e_5)	Lit de calcaire grisâtre	0 15
	Filet siliceux	0 03
	Banc calcaire	0 25
	Filet siliceux et argileux	0 02
	Marne blanche, assez tendre	0 18
	Marne blanche et jaune, désagrégée	0 25
	Banc de calcaire siliceux, rosé	0 15
	— marneux, blanc, plus ou moins désagrégé	0 15
	Argile feuilletée, verte, parfois divisée en 2 couches, séparées par des plaquettes de calcaire siliceux, fendillées	0 08
	Calcaire siliceux (« Rocaille ») très divisé, avec *Silex carié*	0 20
	Marnes blanches, plus ou moins compactes, avec lentilles siliceuses (pseudomorphoses de gypse)	0 30 à 0 35
	Filet d'argile jaune	0 02
	Banc dur de Calcaire siliceux, compacte.	0 08
	— parfois feuilleté et divisé	0 08
	Calcaire dur à *Potamides*, passant à la Marne	0 25
	Marne blanche, avec parties dures	0 30
	Silice jaune et blanche *(Silex carié)*; quelques parties compactes, rosées.	0 15
	Filet argileux, vert	0 02
	Marne blanche, très divisée	0 18
	Marne blanche, tendre	0 30
	Filet siliceux, rosé	0 30
	Marnes blanches, dures, à lentilles siliceuses	0 30

Fond la fouille : *Alt. = 39m7)*

Remblai.

Poches *diluviennes.*

Alternances de lits marneux et calcaires.

Bancs, bien réglés du *Lutétien* supérieur.

FIG. 2

Coupe montrant le détail des poches *diluviennes*, pénétrant dans les Marnes et Calcaires *lutétiens*, supérieurs.
[Au-dessous de l'Avenue du Bois de Boulogne]

2°. — Coupe prise au pont de la rue de Longchamp.

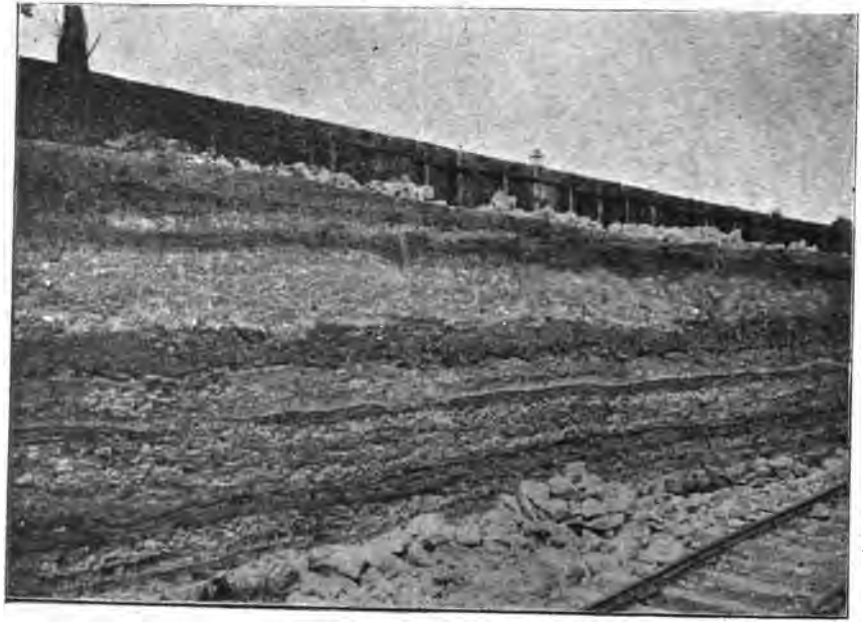
(*Altitude au sommet* = *48m5*).

LUTÉTIEN SUPÉRIEUR (e_9)	Remblai.....	2m *et plus.*
	T. V.....	
	Brouillage.....	
	Calcaire feuilleté, sans consistance...	0 20
	Plaquette calcaire	0 10
	Calcaire spathique, dur, en banc.....	0 80
	— désagrégé, jaunâtre.....	0 20
	— miliolitique, dur (*Potamides*, de diverses Espèces ; *Lucina saxorum*, etc.).	0 30
	Calcaire friable, jaunâtre (*Lucina, Cardium, Potamides*, etc.).....	0 30
	Zone argileuse (fossiles tombant en poussière).....	0 10
	Calcaire assez dur, à *Lucina saxorum*, *Lucina concentrica* etc.....	0 50 *et plus.*

3° Coupe prise sous l'ancien fleuriste de la Ville de Paris (« La Muette »).

(*Alt. au sommet* : *52m*).

LUTÉTIEN SUPÉRIEUR (e_9)	T. V. et apports	1m *environ*
	Calcaire en plaquettes très divisées (*Natica, Potamides*, etc.).....	0 60
	Zone calcaire (Blocs fragmentaires, gangues argileuse et arénacée).....	0 70
	Calcaire feuilleté, *miliolitique* sans stratification nette (*Potamides*, etc)	0 40
	Calcaire gris, homogène ; quelques miliolites, *Potamides*, etc.....	0 30
LUTÉTIEN MOYEN ($e_{8,9}$)	Calcaire *miliolitique* en bancs bien réglés ; Zones friables.....	1 40
	Calcaire dur, à grain fin, grisâtre.....	0 35
	Calcaire *miliolitique*, à structure grossière ; fossilifère à la base.....	0 60
	Calc. dur à *Orbitolites complanata*, et Moules de *Lucina*, *Natica*, *Terebellum*, etc....	0 20
	Calcaire *miliolitique* « *Lambourde* », très coquillier ; visible sur.....	0 60



Remblai. T. V.

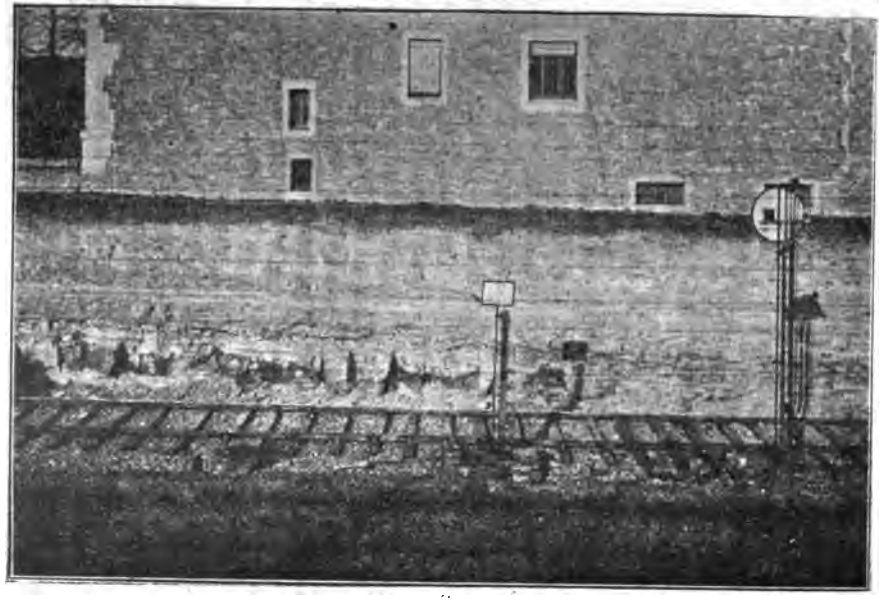
Brouillage calcareux, résultant des phénomènes de *sédimentation souterraine.*

Zones marneuses et calcaires, régulièrement stratifiées.

Couches à *Potamides lapidum, Lucina saxorum*, etc. (« Liais »).

FIG. 4

Élargissement de la Station « de l'Avenue du Bois de Boulogne » (Porte Dauphine). (Paroi N.-O.)



T. V.

Brouillage calcareux, sans stratification distincte.

Bancs bien réglés du *Lutétien* supr.

FIG. 3

Vue prise entre les Rues Dufrénoy et de Longchamps, au sud de la station « de l'Avenue du Bois de Boulogne ».
(Pacoi N.-O.)

M. COSSMANN

Ingénieur chef des services techniques de l'exploitation à la Compagnie du chemin de fer du Nord

OBSERVATIONS SUR QUELQUES ESPÈCES CRÉTACIQUES RECUEILLIES EN FRANCE [5643 (44)]

— Séance du 8 août —

ERIPTYCHA OVOIDES, *Nov. sp.* Pl. II, fig. 14-15

Taille assez grande ; forme ovoïde, subglobuleuse ; spire courte, à galbe conique ; embryon à nucléus un peu saillant et légèrement dévié, probablement hétérostrophe ; cinq tours à peine convexes, dont la hauteur égale le tiers ou le quart de la largeur, séparés par des sutures étroites et profondes, ornés de quatre ou cinq sillons spiraux équidistants. Dernier tour embrassant les quatre cinquièmes de toute la coquille, arrondi, paraissant presque lisse, à cause de l'usure du test, mais portant encore la trace de sillons régulièrement écartés, comme ceux qui ornent les premiers tours de spire ; base subsphérique, imperforée et complètement lisse. Ouverture très étroite en arrière, rapidement dilatée du côté antérieur ; labre bordé, à l'extérieur, d'un large ruban aplati avec des sillons réguliers d'accroissement, munis à l'intérieur de cinq tubercules obsolètes ; bord columellaire très fortement excavé au milieu, formant une épaisse et large callosité qui s'étale sur la base ; un pli lamelleux et bifide à la partie antérieure de la columelle ; une protubérance pariétale arrondie et très saillante.

Dimensions. Longueur, 19 mill. ; diamètre, 12 mill.

Rapports et différences. Cette espèce se distingue d'*E. decurtata* et *Humboldti*, figurés dans la première livraison de mes « Essais de Paléoc. comp. », par sa forme beaucoup moins globuleuse et plus ovoïde, par ses sillons moins marqués, par sa spire un peu plus longue et plus conique, par ses crénelures moins nombreuses à l'intérieur du labre, qui est bordé à l'extérieur, d'un ruban large et plat, au lieu du bourrelet caractéristique d'*E. decurtata*. Le classement générique de notre coquille n'est pas douteux : elle a bien effectivement tous les caractères du genre *Eriptycha* Meek ; quoique l'ouverture soit incomplètement dégagée, on distingue nettement les plis et les tubercules de la columelle, de la région pariétale et du labre.

Loc. Saint-Cyr (Var), deux individus (Pl. II, fig. 14-15), coll. Curet. — Turonien, Mornasien.

CERITHIUM CURETI, *nov. sp.* Pl. II, fig. 5-7.

Taille assez petite ; forme plus ou moins étroite, aciculée, régulièrement conique ; spire longue, polygyrée ; tours subimbriqués, dont la hauteur égale la moitié de la largeur, séparés par des sutures peu visibles, ornés de trois carènes spirales, dont les deux antérieures, plus saillantes, sont épineuses à l'intersection de six ou sept costules axiales, qui se succèdent en formant une pyramide plus ou moins tordue; quelquefois, chez les individus un peu plus trapus, les deux cordons antérieurs ne sont pas égaux et celui du dessus forme l'angle imbriqué des tours de spire ; tandis que, chez tous les individus, le cordon inférieur, aussi mince que les deux autres, est le moins saillant et est simplement ondulé par les costules axiales. Dernier tour peu élevé, limité par un cordonnet lisse et étroit, à la périphérie de la base, qui est ornée de petits filets concentriques, enroulés jusque sur le cou du canal ; ouverture étroite, terminée par un canal un peu contourné.

Dimensions. Forme étroite : longueur, 18 mill. ; diamètre 3 1/2 mill. Forme trapue : longueur, 20 mill. ; diamètre 5 mill.

Rapports et différences. Je ne trouve, parmi les nombreuses espèces décrites par Zekeli, aucune forme dont celle-ci puisse être rapprochée ; elle ressemble plutôt, quoiqu'avec un galbe moins cylindrique, aux *Cryptaulax* des terrains jurassiques (*Cerith. contortum* Desl.), qui ont aussi une ornementation axiale torse : mais l'existence d'un canal aigu, à la partie antérieure de l'ouverture de notre coquille, ne permet pas de pousser plus loin ce rapprochement, attendu que les *Cryptaulax* ont au contraire une ouverture versante de *Diastomidæ*.

Loc. Saint-Cyr (Var) trois échantillons (Pl. II, fig. 5-7.), Coll. Curet. Turonien, Mornasien.

CERITHIODERMA FORTINI, *nov. sp.* Pl. II, fig. 1 2.

Taille au-dessous de la moyenne ; forme turriculée, trapue ; spire régulière, à galbe conique, pointue au sommet ; 11 ou 12 tours très convexes, dont la hauteur égale à peu près les deux cinquièmes de la largeur, séparés par des sutures profondes, à profil arrondi ou à peine subanguleux au-dessous de la ligne médiane. Ornementation formée de quatre cordons crénelés au-dessus de l'angle, et de trois autres cordons spiraux plus rapprochés, sur la rampe inférieure ; des filets plus fins sont intercalés dans les intervalles des quatre premiers cordonnets ; de petites côtes obliques, nombreuses et peu saillantes produisent des crénelures à leur intersection avec les cordons. Dernier tour supérieur au tiers de la longeur totale, arrondi à la base, sur laquelle les côtes cessent et les cordons se prolongent, croisés seulement par des accroissements très serrés. Ouverture arrondie, non canaculée et simplement anguleuse en avant ; labre oblique ; columelle droite lisse.

Dimensions. Larg. 10 mill. ; diamètre, 5 mill.

Rapports et différences. Par son ornementation, cette coquille offre une elle analogie avec *Cerithium Lallierianum* d'Orb. du Gault d'Ervy et de achéroménil : toutefois elle possède plus de cordonnets spiraux et ses tes sont plus obliques. D'ailleurs, la figure de la Paléontologie franise indique l'existence d'un canal antérieur à l'ouverture, tandis que

celle de notre coquille a seulement un angle à l'intersection de la columelle et du contour supérieur : en outre, d'Orbigny mentionne la présence de varices sur la surface des tours, tandis que C. *Fortini* en est totalement dépourvu.

Pour ces motifs, si l'espèce de Gault est peut-être un *Cerithium*, il est certain que celle-ci est un *Cerithioderma*, de sorte qu'il est encore davantage impossible de les confondre. Il est intéressant de voir que le genre *Cerithioderma* a une origine plus ancienne qu'on ne le croyait jusqu'à présent, puisqu'on ne l'avait encore signalé, avec certitude, que dans le Sénonien d'Aix-la-Chapelle.

Loc. Octeville (Seine-Inférieure), deux échantillons (pl. II, fig. 1. 2) coll. Fortin. — Cénomanien dans la « Gaize ».

TUBA PRÆCURSOR, *nov. sp.* Pl. II, fig. 3-4.

Taille moyenne ; forme scalaroïde ; spire allongée, à galbe conique ; cinq tours convexes et arrondis, presque disjoints, à sutures très profondes et obliques, croissant très rapidement et atteignant en hauteur presque les quatre cinquièmes de leur largeur ; ornementation formée d'une dizaine de cordonnets spiraux, très serrés, à peu près égaux entre eux, sauf quelques-uns plus saillants à la partie inférieure de chaque tour ; ils sont lisses et l'on ne distingue pas de stries d'accroissement. Dernier tour supérieur à la moitié de la longueur totale, turbiné, arrondi à la périphérie de la base, sur laquelle les cordonnets se prolongent un peu plus grossiers, et qui est perforée au centre par une petite fente ombilicale. Ouverture circulaire, à péristome presque continu, parfaitement holostome ; labre presque vertical, épaissi et subvariqueux à l'extérieur ; columelle excavée, lisse ; bord columellaire peu épais, un peu réfléchi sur la région ombilicale.

Dimensions. Longueur, 10 mill. ; diamètre 5 1/2 mill.

Rapports et différences. La coquille dont il s'agit est certainement plus turriculée qu'aucune des espèces de l'Éocène, appartenant au genre où je crois qu'elle doit être placée : elle a aussi les tours plus disjoints et l'ouverture plus petite relativement à la spire ; toutefois l'embryon, qui est presque intact sur l'échantillon figuré, me paraît bien semblable à celui de *T. sulcata*, et l'ouverture, ainsi que la base, ont bien les mêmes caractères ; l'ornementation spirale est identique, mais les plis axiaux des *Tuba* semblent faire défaut chez *T. præcursor*. Malgré ces différences, l'analogie avec le genre *Tuba* est réelle, de sorte qu'il me paraîtrait excessif de proposer une nouvelle section pour cet ancêtre évident des formes éocéniques.

Loc. Saint-Cyr (Var), deux échantillons (Pl. II fig. 3-4). Coll. Curet. — Turonien, Mornasien.

TURRITELLA MEDIOEXCAVATA, *nov. sp.* Pl. II, fig. 17-18.

Taille moyenne ; forme conique et régulière ; spire non étagée ; tours excavés au milieu, séparés par des sutures profondes et encadrées de très larges bourrelets ; la hauteur de chaque tour égale les deux tiers de sa largeur ; ornementation composée d'environ huit cordonnets spiraux, dont deux plus saillants et plus écartés sur le bourrelet antérieur, et de plis d'accroissement très serrés, qui forment de petites granulations à l'intersection des cordonnets, et qui sont sinueux, surtout dans l'excavation médiane.

Dernier tour peu élevé, arrondi à la périphérie de la base, sur laquelle se prolonge l'ornementation de la spire.

Dimensions. Longueur probable, 85 mill. ; diamètre, 17 mill.

Rapports et différences. Il est peut-être téméraire de décrire une espèce nouvelle dans un genre déjà si surchargé, et surtout quand on n'en connaît pas l'ouverture intacte ; toutefois l'aspect de l'ornementation de cette coquille s'écarte tellement de celle que je connais actuellement, que je n'hésite pas à l'en distinguer. D'ailleurs, le galbe général de la spire et la sinuosité des stries d'accroissement ne me laissent aucun doute sur sa classification générique ; un des fragments que j'ai examinés montre que l'ouverture est bien holostome comme celle de *Turritella*.

Loc. Saint-Cyr (Var), trois échantillons (Pl. II, fig. 17-18), coll. Curet. — Turonien, Mornasien.

TURRITELLA FITTONI, Munster, Pl. II, fig. 19

1836. *Turritella Fittoni*, Munst. *in* Goldf. *Petief Germ.*, p. 109 pl. 197 fig. 10.
1852. — Zekeli. Gastr. Gosaugeb, p. 24 pl. I fig 7.

Forme un peu trapue ; tours subimbriqués, non convexes, ornés de quatre carènes équidistantes, granuleuses, l'antérieure un peu plus saillante ; sutures peu profondes entre deux rampes déclives.

Rapports et différences. — Le fragment que je rapporte à cette espèce ressemble à la figure qu'en donne Zekeli : c'est donc une espèce de plus, du gisement de Gosau, qu'on retrouve dans la faune provençale.

Loc. Saint-Cyr (Var) ; un fragment (Pl. fig. 19) coll. Curet — Turonien, Mornosien.

MELANIA SULCORUGATA, *nov. sp*. Pl. II, fig. 28-30.

Taille moyenne ; forme pupoïde ; spire d'abord extraconique vers le sommet, puis conoïde sur les derniers tours, qui sont à peine convexes, subétagés à la suture, et dont la hauteur atteint les trois cinquièmes de la largeur. Ornementation composée de dix à douze costules axiales, un peu obliques, arrondies, presque égales à leurs interstices, se succédant parfois d'un tour à l'autre, crénelées par cinq sillons spiraux, équidistants, dont l'inférieur est un peu plus écarté de la suture, de sorte que les crénelures suturales des côtes paraissent souvent un peu plus saillantes que les autres. Dernier tour au moins égal au tiers de la longueur totale, ovoïde à la base, sur laquelle les côtes disparaissent, tandis que les sillons persistent, mais en s'élargissant, et que les rubans qu'ils séparent deviennent des cordons arrondis et saillants, au nombre de cinq environ. Ouverture petite, ovale ; bord columellaire formant, en arrière, une épaisse callosité qui recouvre en partie les cordons de la base.

Dimensions. Longueur probable, 28 mill. ; diamètre, 9 mill.

Rapports et différences. Je connais trois individus, exactement pareils entre eux, de cette intéressante espèce : on ne peut donc attribuer à la variété de sa forme ou de son ornementation les différences très importantes qui le séparent de *M. scalaris* Sow., ou du moins des échantillons de Fuveau que M. Oppenheim a figurés sous ce nom [1]. Notre coquille est pupiforme et

[1] *Beitr. z. Binneuf. d. provençal. Kreide*, p. 381, pl. XVIII, fig. 12-16 (Paléont., 1895).

non conique ; ses côtes sont plus épaisses, plus courbées, et surtout crénelées par des sillons qui manquent sur la figure que notre confrère a donnée de *M. scalaris* ; il est vrai que, dans le texte, il indique que certains individus laissent deviner l'existence d'une fine sculpture spirale, mais cette ornementation n'a aucune ressemblance, surtout à la base du dernier tour, avec celle de *M. sulcorugata*. Quant à *M. Marticensis*, qui a aussi des sillons spiraux, il n'a pas de costules.

Loc. Le Revest (Var), trois individus (Pl. II, fig. 28-30) Coll. Curet. — Sénonien supérieur, dans les Lignites du Gardanien.

SOLARIUM MONILIFERUM, Mich. Pl. II, fig. 25-27

VAR. *unicincta* Cossm.

Taille petite ; forme trochoïde, à galbe conique ; quatre ou cinq tours presque plans, séparés par des sutures canaliculées, que borde en dessus une rangée de crénelures peu saillantes ; ornementation composée de cinq filets spiraux, très finement granuleux à l'intersection de stries d'accroissement obliques. Dernier tour égal aux deux tiers de la hauteur totale, portant, à la périphérie inférieure, une seule carène non crénelée, mais finement granuleuse comme les filets spiraux ; il n'y a pas de seconde carène à la périphérie de la base, qui est seulement limitée par un angle arrondi, et dont la surface peu convexe est ornée de filets concentriques, fins et serrés ; ombilic largement ouvert, circonscrit par un angle obtus, garni de fines crénelures pliciformes. Ouverture circulaire, à labre très oblique.

Dimensions. Diamètre, 5 1/2 mill. ; hauteur 4 mill.

Rapports et différences. Il est indubitable que cette coquille ressemble beaucoup à *S. moniliferum* et n'en diffère que par quelques détails d'ornementation, qui ne justifient guère que la séparation d'une mutation, surtout si l'on considère que l'on n'en connaît qu'un échantillon ; les différences sont les suivantes : un seul angle périphérique au dernier tour, qui est, au contraire, bianguleux dans la forme typique ; une seule rangée de crénelures au-dessus de la suture, au lieu que celle-ci est encadrée de deux rangs de petits tubercules, ainsi que je l'ai fait remarquer dans la description que j'ai donnée de *S. moniliferum* de l'Albien (Assoc. franç. 1896. Tirage à part, p. 17, pl. II, fig. 21-22). Enfin la taille de l'individu ci-dessus décrit est certainement bien inférieure à celle de ceux de Wignebies précédemment figurés, et cependant il est adulte. Dans ces conditions, il y a évidemment des motifs pour ne pas réunir cette petite coquille à l'autre, eu égard aux niveaux très différents où elles ont vécu.

Loc. Octeville (Seine-Inférieure), unique (Pl. II, fig. 26-27), coll. Fortin. — Cénomanien, dans le Gaize.

DISCOHELIX CURETI, *nov. sp.* Pl. II, fig. 9, 12-43

Forme déprimée, ammonoïde, presque également excavée sur ses deux faces ; cinq ou six tours étroits, superposés, séparés par des sutures assez profondes ; ornés d'une douzaine de tubercules très obsolètes. Dernier tour plus haut que large, à face dorsale arrondie et munie de costules ou varices peu saillantes qui relient les nodosités tuberculeuses existant sur l'angle supérieur et sur l'angle inférieur. Ouverture trapézoidale, à péristome épaissi par la dernière varice.

Dimensions. Diamètre, 23 mill.; épaisseur, 9 mill.

Rapports et différences. On ne peut confondre cette espèce avec aucun des *Straparollus* crétaciques, dont d'Orbigny a donné la description dans la Paléontologie française, et qui ont les tours plus embrassants ou une ornementation bien différente. Dans le Prodrome, il est vrai, il cite une espèce de l'Urgonien d'Escragnolles, *S. Montonianum* d'Orb. dont la brève diagnose pourrait, à la rigueur, convenir à notre coquille : « belle espèce, à tours étroits, tous apparents, couverts de grosses côtes éloignées ». Mais, outre qu'il s'agit d'un gisement différent, cette description est réellement trop insuffisante pour qu'on puisse se permettre de l'appliquer à l'échantillon que je viens de décrire. Quant à *Delphinula dupiniana* d'Orb. du Néocomien inférieur de l'Aube, malgré sa ressemblance avec *D. Cureti*, à cause des côtes dorsales du dernier tour, on l'en distingue de suite par sa spire légèrement saillante. Au premier abord, on pourrait le confondre avec une Ammonite ; mais, outre qu'on n'aperçoit aucune trace de cloisons persillées, il y a lieu de remarquer que la face du côté de la spire n'est pas absolument pareille à celle du côté de l'ombilic, elle est un peu moins profondément excavée au centre.

Loc. Parouvier près Aix (Bouches-du-Rhône), échantillon unique (pl. II, fig. 9, 12-13) coll. Curet. — Néocomien, Valanginien.

NATICA TROCHISCA[1], *nov. sp.* Pl. II, fig. 20-21

Taille petite : forme globuleuse, arrondie ; spire courte, obtuse au sommet; environ cinq tours convexes, étroits, séparés par des sutures profondes, étroitement canaliculées, qu'accompagne une rampe obsolète et légèrement aplatie, à la partie inférieure de chaque tour. Dernier tour égal aux trois quarts de la hauteur totale, à peu près sphérique, largement ombiliqué à la base ; ouverture semilunaire, bord columellaire oblique, formant une épaisse callosité dans l'angle inférieur et jusque sur une partie de la cavité ombilicale.

Dimensions. Hauteur 7 1/2 mill. ; diamètre, 7 mill.

Rapports et différences. Cette coquille est un *Naticina* bien caractérisé, qui se distingue des autres espèces crétaciques par son épaisse callosité ombilicale : on n'aperçoit aucune trace, dans l'ombilic, du funicule qui permet de reconnaître les *Natica* proprement dits, ni du limbe spécial aux *Ampullina ;* d'ailleurs ces derniers, ainsi que les *Euspira*, ont le labre moins incliné et l'ouverture moins découverte que les véritables *Naticidæ*. Malheureusement ce dernier caractère ne peut être vérifié que sur les échantillons intacts, et tel n'est pas le cas des trois individus que je connais de cette espèce, de sorte que, pour la déterminer génériquement, j'ai dû me guider exclusivement d'après l'aspect de l'ombilic.

Loc. Saint-Cyr (Var) ; type (Pl. II fig. 20-21), coll. Curet. — Turonien, rnasien.

DELPHINULA TENUIRADULA, *nov. sp.* Pl, II, fig. 10-11 et 16.

'orme déprimée, auriculaire ; spire courte, peu saillante ; environ cinq rs aplatis, séparés par un gradin très étroit et dentelé, ornés de cor-

[1] Τροχισκος, pilule.

donnets spiraux, au nombre de 7 ou 8 sur la face inférieure du dernier tour, avec de fines aspérités tubulées, que croisent des dépressions rayonnantes assez obsolètes. Dernier tour formant presque toute la hauteur de la coquille, dilaté à l'embouchure, caréné à la périphérie de la spire, et anguleux à la limite de la surface basale ; la carène inférieure porte la trace de six ou sept dents épineuses ou noueuses, quand elles sont intactes ; entre cette carène et l'angle basal il y a six rangées de tubulures. Base convexe, avec un entonnoir ombilical médiocrement large, ornée, comme la spire, de rangées inégales de petites tubulures, un peu plus grossières sur la paroi de l'ombilic ; ouverture oblique, à péristome évasé et arrondi.

Dimensions. Hauteur, 12 mill ; grand diamètre, 25 mill. ; petit diamètre, 15 mill.

Rapports et différences. Cette coquille a de l'analogie avec les espèces de Gosau, *D. muricata* et *radiata* Zek, ; mais on l'en distingue aisément par son ornementation beaucoup plus fine et par sa spire bien plus déprimée, moins conique. Si on la compare à *Turbo Mailleanus* d'Orb., du Cénomanien, on remarque qu'elle est plus auriforme et que son ornementation est tout à fait différente ; on peut encore la rapprocher de certaines espèces tertiaires, telles que *D. lima*, mais celle-ci a le dernier tour plus arrondi, l'ouverture moins oblique, les rangées de tubulures moins nombreuses et plus grossières. Quoi qu'il en soit, ce sont là des différences purement spécifiques, il est hors de doute que c'est bien un *Delphinula* comme les espèces de Gosau que Zekcli comparait, avec raison, à D. *scobina* Brongn. ; je ne puis comprendre comment Stoliczka, malgré sa haute expérience en cette matière a pu proposer (Eine revision der gastr. der Gosausch. p. 101) de classer toutes ces formes ombiliquées, dans le genre *Astralium*, ou dans son sous-genre *Guilfordia*, qui ne comprennent exclusivement que des coquilles imperforées : la distinction qu'il indique (épines antécurrentes chez *Astralium*, rétrocurrentes chez *Delphinula*) est tout à fait spécieuse, et ne peut être mise en balance avec le caractère tiré de la présence ou de l'absence d'un ombilic ; d'ailleurs, chez *Astralium*, la rangée d'épines est à la périphérie de la base, et tout à fait suturale sur la spire, tandis qu'elle occupe une position bien différente chez *Delphinula*.

Loc. Saint-Cyr (Var) ; type (pl. II, fig. 10-11 et 16), ma collection ; coll. Michalet. — Turonien, Mornasien.

COLLONIA PILULA, *nov. sp.* Pl. II, fig. 22-24.

Taille petite ; forme globuleuse, plus haute que large ; spire courte et obtuse ; quatre tours très convexes, séparés par des sutures enfoncées, paraissant lisses par suite de l'usure de la surface, mais probablement ornés de sillons spiraux, dont on aperçoit la trace obsolète près de l'ouverture. Dernier tour arrondi, formant presque les quatre cinquièmes de la hauteur totale, à base convexe, déprimée en entonnoir au centre, où elle est perforée d'un étroit ombilic. Ouverture circulaire, à péristome épais ; labre peu oblique ; bord columellaire obtusément dédoublé, le rebord externe paraissant s'enfoncer dans l'ombilic.

Dimensions. Hauteur, 7 1/2 mill. ; diamètre, 6 1/2 mill.

Rapports et différences. Je ne connais aucune coquille crétacique à laquelle celle-ci puisse être comparée ; ce n'est guère que dans l'Éocène

qu'on trouve des formes analogues, mais plus turbinées et moins élevées. Je crois qu'on peut, sans hésitation, la rapporter au genre *Collonia*, section *Cirsochilus*, quoiqu'elle semble dépourvue d'une varice au labre, et que son funicule ombilical ne soit pas très nettement détaché du bord columellaire; il n'est pas possible de la placer dans le genre *Leptothyra*, dont elle a la forme générale, parce que les coquilles de ce dernier genre sont imperforées

Loc. Saint-Cyr (Var), un seul échantillon (pl. II, fig. 22-24) ma collection. — Turonien, Mornasien.

DENTALIUM OCTEVILLENSE, *nov. sp.* Pl. II, fig. 8.

Taille moyenne; forme un peu courbée; surface ornée de 40 à 45 costules serrées, à peu près égales entre elles et peu saillantes, qui ne semblent pas s'atténuer à mesure qu'elles approchent de l'ouverture. Sommet inconnu.

Dimensions. Longueur probable, 35 mill.; diamètre 3 mill.

Rapports et différences. J'ai décrit cette espèce comme nouvelle, quoique je n'en connaisse qu'un seul fragment, parce qu'elle me paraît bien différente de sa congénère du Cénomanien de Rennes, *D. Rhotomagense* d'Orb. En effet, ses côtes sont beaucoup plus fines, plus régulières et plus nombreuses: la coquille rouennaise n'en possède guère plus de 30 assez saillantes, souvent alternées, et bien plus épaisses, ainsi que j'ai pu le constater sur un rare échantillon muni de son test. Je ne connais pas *D. medium* Sow. du grès de Blackdown en Angleterre; M. Starkic Gardner en a décrit une autre espèce (*D. Meyeri*) qui est, paraît-il, un *Entalis* certain (*fide* Zittel, Handb. der Paléont. I, 2 Abt. p. 171); je ne puis affirmer que *D. octevillense* appartient au même sous-genre, attendu que le fragment ci-dessus décrit est tronqué du côté du sommet, de sorte qu'il n'est pas possible de vérifier s'il porte une fissure.

Loc. Octeville (Seine-Inférieure), un fragment (pl. II, fig. 8) Coll. Fortin, — Cénomanien, dans la Gaize.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

1-2	*Cerithioderma Fortini*, Cossm., grossi 2 fois...	Octeville.
3-4	*Tuba præcursor*, Cossm., grossi 2 fois.....	Saint-Cyr.
5-7	*Cerithium Cureti*, Cossm., grossi 1 fois 1/2.....	—
8	*Dentalium octevillense*, Cossm., grossi 1 fois 1/2	Octeville.
9 et 12-13	*Discohelix Cureti*, Cossm., légèrement grossi...	Parouvier.
10-11 et 16	*Delphinula tenuiradula*, Cossm., légérem. grossi	Saint-Cyr.
14-15	*Eriptychaovoides*, Cossm., grossi 1 fois et 1/2..	—
17-18	*Turritellamedio excavata*, Cossm., grandeur nat.	—
19	*Turitella Fittoni*, Munst., grossi 4 fois.....	-
20-21	*Natica trochisca*, Cossm., grossi 3 fois.....	—
22-24	*Collonia pilula*, Cossm., grossi 3 fois.....	—
25-27	*Solarium monitiferum*, Mich. [var *unicincta* Cossm.], grossi 4 fois.....	Octeville.
28-30	*Melania sulcorugata*, Cossm., légèrement grossi	L. Revest.

M. Louis BUREAU
Directeur du Muséum de Nantes

MÉTÉORITE DU CHATEAU DE GRAMMONT, COMMUNE DE ROCHESERVIÈRE (VENDÉE) [552-6 (4461)]

— Séance du 8 aout —

A la date du 24 novembre 1841, l'*Echo du Monde savant* publiait la note suivante :

« Vendredi 5 de ce mois, un globe de feu d'une clarté éblouissante et accompagné d'une forte détonation a été vu traversant l'espace avec une grande vitesse dans les environs de Bourbon-Vendée. Le bruit s'est aussitôt répandu qu'un événement extraordinaire avait eu lieu dans le pays et on a même dit que l'île d'Yeu avait été engloutie. On a appris depuis que le météore vu dans les environs de Bourbon, avait été remarqué sur plusieurs autres points de la contrée et notamment à Roche-Servière, où il a été suivi de la chute d'une pierre qui est tombée près de plusieurs cultivateurs effrayés, dans un champ du village de Saint-Christophe, en y faisant une excavation de 12 à 15 centimètres de profondeur. Cet aérolithe, qui pèse 5 kilogrammes et demi, ressemble à une pierre calcinée. Cette pierre, qui dans l'intérieur paraît formée de fer, de soufre et de silice, a été recueillie par M. Mercier (des Lucs), qui se propose de la soumettre à une analyse chimique. »

La météorite dont il est question, après avoir donné lieu à un curieux procès, est restée la propriété du Dr Mercier, décédé en 1865. Son fils, M. Olivier Mercier, voulut bien, sur ma demande, faire figurer cette pièce remarquable à l'Exposition de Géographie de Nantes, en 1866, dans la section que j'eus l'honneur de présider, et ce fut dans cette circonstance que, mis en relation avec l'heureux possesseur, il me fut donné l'espoir que la météorite du château de Grammont viendrait un jour enrichir le Muséum de Nantes. Peu de temps après, la mort vint prématurément frapper Olivier Mercier. Mais,

Mme Mercier, connaissant l'intention de son fils, avait exprimé à son entourage le même désir et il n'en fallut pas davantage à ses héritiers, après sa mort survenue le 1er septembre 1894, pour exécuter généreusement ses dernières volontés. Aussi, nous faisons-nous un devoir de leur exprimer, au nom de nos concitoyens, notre vive reconnaissance.

Un intérêt particulier s'attache, en effet, à cette pièce dont il n'existe aucun fragment connu dans les collections publiques, et dont l'étude microscopique et chimique sera bientôt publiée dans le *Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France*, organe du Muséum de Nantes.

Je me borne, pour le moment, à exposer les renseignements que j'ai recueillis sur cette chute et à rappeler les contestations qui se sont élevées au sujet de sa propriété.

La météorite du château de Grammont, dans son état actuel, pèse 5 kil. 396. Il ne lui manque qu'un petit fragment, composé d'un morceau détaché au moment de la chute et d'un autre prélevé à la scie. On ignore ce qu'est devenu ce dernier, anciennement détaché, sans doute, pour le soumettre à l'analyse. Cette météorite représente assez bien le quart d'un ellipsoïde dont les diamètres auraient été de 20 et 36 centimètres. Sa surface est noirâtre, ses angles et ses arêtes sont émoussés, deux de ses faces sont planes ou plan-concave, et l'une d'elles présente une vingtaine d'impressions semblables à celles que laisserait l'extrémité du doigt sur une substance molle.

Le 12 juin 1895, je me rendis au château de Grammont où m'attendait François Douillard, le cultivateur près de qui eut lieu la chute de la météorité, cinquante-quatre ans avant et qui en fut le premier possesseur.

Douillard, âgé de 77 ans, au moment où je le vis, est un homme de petite taille, plein de santé et très alerte. Il me raconta qu'étant encore au travail, une heure après le coucher du soleil, il entendit, arrivant avec une vitesse extraordinaire, de la direction de Legé, c'est-à-dire de l'ouest, un sifflement effrayant suivi d'une formidable explosion et d'une chute qui se produisit à 100 ou 150 mètres de lui. Au dire de Douillard, il n'y eut pas de traînée lumineuse et la détonation fut entendue aux Lucs.

Ce ne fut que le lendemain, à une heure de l'après-midi, que Douillard retourna sur le lieu où s'était produite la chute. La météorite était tombée sur la commune de Rocheservière, à 200 mètres de la limite de celle des Lucs, dans un clos de vigne nommé le Fief-de-Pentendart, à 80 mètres environ du moulin à vent actuel de Saint-Christophe et à 200 mètres de l'ancienne église du même nom.

Elle avait touché terre dans le fond d'un sillon séparant deux planches de vignes, appartenant l'une à Mme Guichet, de la Bernardière, l'autre à M. Vollard, de Legé, et gisait près d'un trou de 0m 30 de profondeur, qu'elle avait creusé dans sa chute, mais dont elle était sortie.

François Douillard emporta la météorite qui lui avait causé une si grande frayeur, et la vendit au docteur Mercier, propriétaire du château voisin de Grammont.

Un petit fragment, détaché au moment de la chute, se trouvait à un mètre environ de la météorite. Il fut porté à la Bernardière, maison bourgeoise voisine, et remis à Mme Guichet. Depuis, il a été divisé en deux morceaux qui sont devenus la propriété de M. le Dr Moreau, à Rocheservière, et de M. Tessier, pharmacien à Legé.

Des contestations ne tardèrent pas à s'élever au sujet de la propriété de la météorite acquise par M. Mercier. M. Vollard et Mme Guichet revendiquèrent leurs droits sur ce bolide qui par hasard avait touché, dans sa chute, la ligne limite de leurs propriétés respectives. Leurs négociations n'ayant pas abouti, ils résolurent d'en appeler en justice et ce fut M. Vollard qui intenta, à M. Mercier, un procès dont le jugement fut rendu par le Tribunal de la Roche-sur-Yon, à cette époque Bourbon-Vendée.

Le Tribunal déclara la demande de Vollard mal fondée, et le Dr Mercier resta ainsi possesseur de la météorite qui figure aujourd'hui au Muséum de Nantes.

M. Émile RIVIÈRE

Sous-directeur de laboratoire au Collège de France, à Paris

LES TUFS DE LA GAUBERT (DORDOGNE) [561 (4472)]

— Séance du 10 aout —

I

L'an dernier, au Congrès de Saint-Etienne, je faisais, à la section d'anthropologie, une communication sur certain Abri-sous-roche

quaternaire — l'Abri de la Source — que j'avais découvert à l'entrée du bois de La Mouthe, le 13 août 1896.

Après avoir présenté la nomenclature : d'une part, des animaux dont j'avais recueilli les restes dans ce gisement, animaux parmi lesquels je citerai principalement le *Renne* et, d'autre part, des instruments en os et en silex, ainsi que des os gravés qui les accompagnaient, je signalais — me proposant d'en parler mieux cette année — quelques blocs de tuf sur lesquels « on apercevait des empreintes de feuilles de plantes d'espèces différentes au sujet desquelles j'avais besoin de consulter M. Bernard Renault, assistant au Muséum d'histoire naturelle de Paris. »

Mais tout d'abord quelques mots sur ces tufs eux-mêmes avant d'aborder la partie botanique de cette note.

II

Les tufs du bois de La Mouthe sont dus à la source dite de La Gaubert, dont les eaux, abondantes en toutes saisons, sortent à l'altitude de 90 mètres environ, des rochers contre lesquels les hommes de l'*Abri sous roche de la Source* ont habité aux temps quaternaires — quaternaires supérieurs — ou, préhistoriquement parlant, à l'époque magdalénienne, ainsi que le démontrent la faune et l'industrie cités plus haut, ces eaux, recueillies dans une sorte de bassin aménagé depuis un certain nombre d'années pour les recevoir, forment, à leur sortie, un petit ruisseau qui descend dans la vallée pour se jeter, à quelques centaines de mètres de là, dans la grande Beune, qui se déverse elle-même un peu plus loin dans la Vézère.

Les blocs de tuf que j'ai trouvés çà et là dans le gisement quaternaire de l'Abri-sous-roche, sont blancs-jaunâtres, poreux et assez friables. Ils renferment des empreintes de feuilles fossiles tranchant par leur teinte légèrement foncée sur le milieu dans lequel elles se trouvent et que j'ai soumises à l'examen de M. Bernard Renault, bien connu par ses importants travaux de paléontologie végétale. Les résultats de cette étude se rapportent aux espèces végétales suivantes :

A. Feuille sub-orbiculaire, autant qu'on en peut juger par la portion lisible de la feuille, irrégulièrement lobée, parcourue par cinq nervures, à peu près d'égale valeur, la nervure médiane l'emportant cependant légèrement sur les autres nervures, nettement bifurquées à environ deux centimètres du point d'insertion du pétiole.

Le limbe n'est pas pelté, mais échancré à la base ; l'ensemble des carac-

tères reconnaissables rapproche cette feuille du *Cocculus latifolius* (Saporta et Marion) des tufs de Meximieux. *(Fig. 1.)*

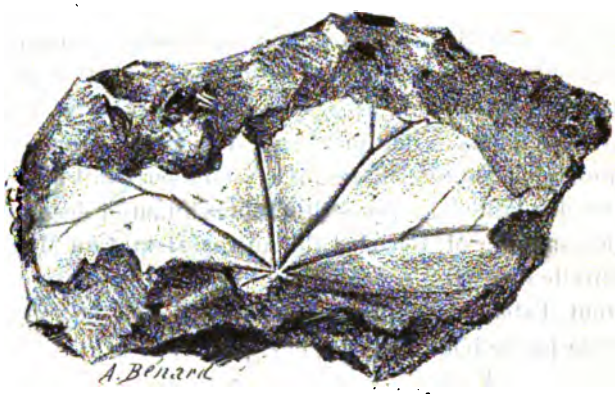


Fig. 1

B. Fragment de feuille long de 7 centimètres, montrant son bord denté à partir de la première nervure sur une petite étendue. La nervure médiane est très nette; les nervures secondaires, également très visibles, sont inclinées d'environ 45° sur la nervure principale, sensiblement parallèles, et quel-

Fig. 2

quefois bifurquées à l'extrémité ; la distance qui les sépare est de 5 à 6 millimètres. Les nervures tertiaires se détachent perpendiculairement aux nervures secondaires et forment, en se rejoignant au milieu de l'intervalle de deux nervures, une bande réticulée caractéristique. Cette feuille qui appartient au genre *Fagus*, rappelle le *Fagus dentata* (Unger) du Miocène du Groenland ; cependant les nervures secondaires sont un peu plus rapprochées et les dentelures plus fines dans l'échantillon de La Gaubert. *(Fig. 2.)*

C. Feuille d'assez grandes dimensions, sub-cordiforme ou elliptique ; la nervure médiane est un peu plus développée que les nervures secondaires, celles-ci sont inclinées de 40° environ sur la nervure médiane ; les nervures tertiaires fines, sont sub-perpendiculaires aux nervures secondaires ; le limbe paraît peu épais, il est gondolé et rappelle les feuilles du noisetier attachées aux rameaux non-fructifères.

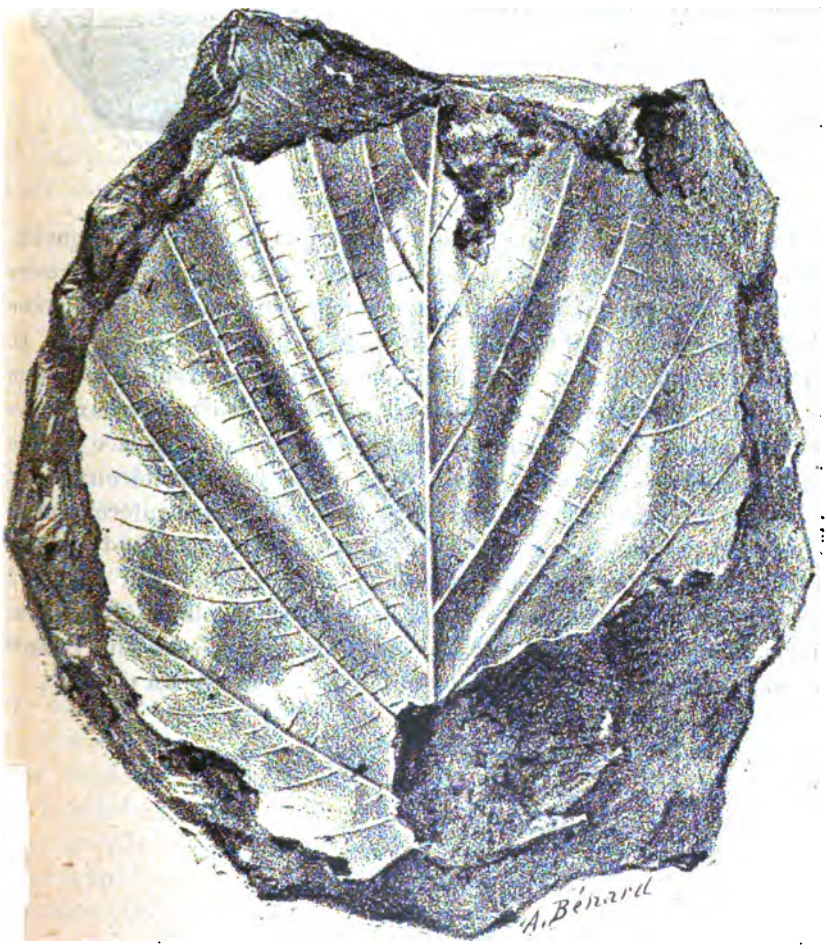


Fig. 3

Cet échantillon ressemble beaucoupau *Corylus Mac Quarrii* (Heer) du Miocène du nord du Groenland. (*Fig. 3.*)

D Sur le même fragment de tuf, se voit une portion très incomplète de feuille, à limbe peu épais, portant cinq nervures, qui se bifurquent à des distances plus ou moins grandes du point d'insertion du pétiole; les bifurcations se font sur un angle plus aigu que dans le *Cocculus latifolius*. Toutefois les mailles du réseau formé par la rencontre des nervures secondaires et tertiaires sont irrégulières de forme et de grandeur et rappellent celles que l'on observe sur cette espèce. L'échantillon est trop incomplet pour que l'on puisse en faire une espèce distincte, je la désignerai sous le nom de *Cocculus sublatifolius*, en l'élevant seulement au rang de variété. (*Fig. 4.*)

Fig. 4

En résumé, les fragments de feuilles que je viens de signaler, semblent appartenir ou être comparables à des espèces rencontrées dans des terrains qui diffèrent notablement par leur âge : le Pliocène de Meximieux et le Miocène du Groenland; par suite, d'après M. B. Renault il pourrait naître quelques doutes dans l'esprit sur l'attribution exacte de ces échantillons, incomplets et trop peu nombreux, à des espèces ayant vécu à une aussi grande distance dans l'espace et dans le temps. Si ces quelques doutes disparaissent par la découverte et l'étude d'un plus grand nombre d'échantillons, il sera intéressant de constater que certaines espèces végétales ont apparu d'abord dans les régions septentrionales du Groenland, pour gagner peu à peu, à mesure que la température s'abaissait, les régions plus méridionales, mais où alors se produisaient nécessairement des dépôts plus récents comme le Pliocène de Meximieux et le Quaternaire de La Gaubert.

M. A. de GROSSOUVRE

NOTE SUR LES GRÈS A SABALITES [552.51]

— Séance du 10 aout —

On rencontre dans le Sud et l'Ouest du bassin de Paris une formation sableuse et gréseuse dont l'extension géographique est considérable : souvent la roche, consolidée par un ciment siliceux lustré, donne naissance à un grès très dur exploité assez activement pour la fabrication des pavés dans le Maine et l'Anjou.

Partout cette formation se présente dans des conditions de gisement semblables, affleurant sur les plateaux dont le soubassement est constitué par des couches crétacées.

On ne connaît de ce terrain que des îlots disséminés et assez éloignés les uns des autres, mais il est probable que bien des affleurements sont passés inaperçus et, pour ma part, j'ai eu l'occasion d'en observer qui n'avaient pas été signalés et dont les cartes géologiques ne faisaient aucune mention.

Il ne me semble donc pas douteux que, malgré leur discontinuité plus ou moins grande, tous ces gisements se relient les uns aux autres et appartiennent à une même nappe qui s'étendait autrefois sur l'Anjou, le Maine, la Touraine et le Berry. Sur toute cette étendue la nature de la roche est la même, les relations stratigraphiques avec les autres terrains sont semblables et une même flore y a été constatée da le Maine et l'Anjou. Les grès à pavés ou grès à *Sabalites* ne pe nt donc être scindés en deux assises distinctes.

istence de quelques coquilles d'âge crétacé renfermées dans ces gr a conduit à penser qu'ils devaient être rattachés au Crétacé et non au rtiaire comme on l'avait cru jusqu'à ce jour; cette opinion peut pa re d'autant mieux fondée que les couches crétacées prennent, ai que je l'ai indiqué depuis longtemps. un facies de plus en plus

sableux lorsque l'on s'avance vers l'Ouest et tendent ainsi à présenter une certaine analogie avec les grès à pavés.

Cependant je dois faire remarquer tout d'abord que des considérations d'ordre général s'opposent à cette manière de voir.

Aux environs de Saumur, les grès à pavés sont supérieurs aux couches à *Rh. vespertilio;* si on admet qu'ils sont crétacés, ils seraient l'équivalent de la partie supérieure de la craie de Villedieu, de la zone à *Spondylus truncatus* et *Am. syrtalis* ou d'une zone plus élevée encore.

Or, les caractères des sédiments des divers zones crétacées de la Touraine, indiquent qu'à partir de la base de la craie de Villedieu, ceux-ci se sont formés sous des eaux de plus en plus profondes et à des distances de plus en plus grandes des rivages. Comme les grès à *Sabalites* reposent à Saumur sur la craie de Villedieu, puis successivement plus à l'Ouest, sur les diverses couches turoniennes et enfin sur le Cénomanien aux environs de Taizon et de Saint-Saturnin, cette allure est incompatible avec l'hypothèse qu'ils représenteraient une des zones du Sénonien, puisque celles-ci se sont déposées au cours d'une phase positive.

D'un autre côté, les couches crétacées de la vallée de la Loire, toutes en stratification concordante, plongent régulièrement et d'une manière très nette vers l'Est, tandis qu'entre Saumur et Saint-Saturnin les grès à pavés se maintiennent à une cote sensiblement constante et même semblent plonger un peu vers l'Ouest. Il y a ainsi une discordance angulaire incontestable, très faible mais incontestable, entre les grès à pavés et les couches de la série crétacée.

Nous avons donc là deux systèmes absolument distincts séparés par une transgression et une discordance angulaire.

Pour compléter ces premières déductions, j'ai étudié sur place les détails du gisement des grès à pavés entre Saumur et Angers. Au Rocher, près Saint-Saturnin, des travaux de terrassement qui s'exécutaient au moment de ma visite, m'ont fait voir qu'une argile blanchâtre avec silex et fossiles siliceux de la craie, s'intercalait entre les grès et la craie cénomanienne. A Blaison, j'ai bien rencontré dans les grès des fossiles siliceux crétacés, plus ou moins bien conservés, mais ils étaient accompagnés par places de *silex roulés* de la craie.

Ainsi les grès, séparés des couches de la série crétacée par l'argile à silex éocène, renferment des fossiles crétacés manifestement remaniés et la présence de ces derniers ne peut fournir aucune indication pour la détermination de l'âge du terrain qui les renferme.

Partout j'ai observé les mêmes conditions de gisement : l'assise gréseuse débute toujours par un conglomérat de silex roulés, cimentés par une gangue siliceuse plus ou moins chargée de sable quartzeux. La proportion de sable augmente à la partie supérieure, les silex roulés disparaissent et la roche passe ainsi à un grès formé uniquement de sable quartzeux.

Le conglomérat de base est très réduit dans l'Ouest, mais il prend de plus en plus d'importance vers l'Est, dans l'Indre et dans le Cher principalement. Au voisinage de la vallée de la Loire, à Sainte-Gemme, près Sancerre, j'ai observé ce conglomérat très puissant et constaté que là il ne renferme aucun grain de sable ; plus à l'Est, à Vierzon, le sable est au contraire abondant dans le ciment du conglomérat.

Le conglomérat tantôt repose directement sur la craie, tantôt en est séparé par une épaisseur plus ou moins considérable d'argile à silex.

Suivant les localités, la craie sous-jacente appartient soit à l'étage Cénomanien (Sainte-Gemme, environs de Bonnétable et de Nogent-le-Rotrou, Saint-Saturnin), soit au Turonien (environs du Mans, route de Cérelles à Monnaie, Gennes, etc.), soit à la Craie de Villedieu (Saint-Paterne, Saumur) ; en raison de la situation respective de ces diverses localités, on voit qu'il y a là, non pas seulement une transgression proprement dite de la nappe sableuse par rapport aux divers termes de la série crétacée, mais une indépendance tectonique complète, car les grès à pavés se sont déposés après l'arasement des ondulations formées par les couches crétacées.

Jusqu'à ce jour, on ne connaît aucuns fossiles propres à ces grès et d'autre part, les caractères de leur flore ne paraissent pas suffisants pour déterminer leur âge. Comme ils sont recouverts, dans le Maine, par des calcaires lacustres qui appartiennent soit au Lutétien, soit au Bartonien inférieur, on en avait ainsi une limite supérieure. Une observation récente de M. Bigot permet aujourd'hui de préciser davantage, car il a constaté l'intercalation de ces grès entre deux bancs des calcaires lacustres dont je viens de parler.

M. F. KERFORNE
Preparateur de géologie et de minéralogie à l'Université de Rennes

LE NIVEAU A PHACOPS POTIERI, DANS L'ILLE-ET-VILAINE[1]

[554 (4415)]

— Séance du 10 août —

Dès 1850, M. de Verneuil[2], dans sa liste des fossiles dévoniens de la Sarthe, cite quelques espèces comme :

Phacops latifrons, Bronn.
Terebratula lepida, Goldf. sp.
Leptæna clausa, de Vern.
Chonetes Boblayei, de Vern, etc.

qui semblent appartenir à un niveau plus élevé que l'ensemble de la faune dévonienne de ce département.

En 1877[3] M. Œhlert signale les mêmes formes à Saint-Céneré, Saint-Pierre-sur-Erve (Mayenne).

En 1882[4], le même auteur revient sur ces formes intéressantes qui ne se retrouvent pas à l'ouest du département et émet l'hypothèse d'une « superposition de couches à faunules distinctes ». Enfin, dans une savante étude sur les fossiles dévoniens de Sablé[5], il précise son hypothèse et, l'appuyant sur la présence de plusieurs formes du dévonien moyen, déclare qu' « elles paraissent indiquer un niveau qui par ses caractères généraux tend à se rapprocher du dévonien moyen[6]».

Dans le même travail est annoncée la découverte près de Saint-Germain-le-Fouilloux (Mayenne) de *schistes à nodules calcaires* supérieurs au *Calcaire à Athyris undata* et contenant *Phacops Potieri, Bayle*[7].

1. Ce travail a été fait au laboratoire de Géologie de l'Université de Rennes.
2. B. S. G. Fr. 1850. 2-s. t. VII, p. 778.
3. B. S. G. Fr. 1877. 3-s. t. V, p. 579 et 601.
4. Œhlert. Notes géol. sur le département de la Mayenne, 1882, p 69.
5. Œhlert. Ann. Sc. nat. géol. 1887.
6. Œhlert, loc. cit. p. 4.
7. Le Phacops de la Sarthe appelé latifrons par de Verneuil fut séparé de cette espèce en 1878, par Bayle sous le nom de Phacops Potieri.

Les principales espèces de Sablé citées dans ce travail comme caractérisant un niveau supérieur sont :

Phacops Potieri, Bayle.
Loxonema Hennahiana, Phil.
Straparolus annulatus, Phil.
Bifida lepida, Goldf. sp.
Nucleospira lens, Schnur.
Merista plebeia, Sby.

et des encrines :

Phimocrinus Jouberti, Œhl.
Lecanorinus Soyet, Œhl.
Hexacrinus Wachsmuthi, Œhl.
Melocrinus occidentalis, Œhl.
Tiaracrinus Soyei, Œhl.
Carpocystites Soyei, Œhl.
Belocrinus Cottaldi, Mun-Ch.
Raphanocrinus Wachsmuthi, Œhl.

Plus tard, en 1889[1], M. Œhlert parallélise les couches de la Mayenne à *Phacops Potieri*, *Bifida lepida*, *Wilsonia orbignyana*, avec les *schistes de Porsguen*, la *grauwacque de Hierges* et les place au-dessus du niveau d'Erbray.

Pendant ce temps ces couches étaient aussi découvertes dans les pays voisins : En 1861, Cailliaud[2] annonçait la découverte du gisement de Pont-Maillet en la commune de Saint-Julien-de-Vouvantes (Loire-Inférieure). Il y signalait :

Phacops latifrons, Bronn.
Dalmanites stellifer, Burm.
Cyphaspis Burmeisteri, Barr.
Bronteus.
Orthis.
Pentamerus globus, Bronn.
Pentamerus galeatus, Dalm., etc.

Plus tard, MM. de Tromelin et Lebesconte[3] étudièrent à leur tour cette faune de Pont-Maillet et rectifièrent quelque peu les déterminations de Cailliaud. Leurs déterminations furent elles-mêmes rectifiées par M. Barrois dans son remarquable travail sur la faune d'Erbray. Quoi qu'il en soit, ce niveau est bien le même que celui de la Mayenne et de Sablé, malgré un nom différent donné au *Phacops*.

1. S. G. Fr., 1889, 3 s. t. XVII.
2. S. G. Fr., 1861, 2 s. t. XVIII.
3. S. G. Fr., 1876, 3 s. t. IV.

M. de Tromelin ayant fait du *Ph. latifrons* de Bretagne une variété la *var. occitanicus*, M. Barrois reprit ce nom pour en faire celui d'une espèce nouvelle, mais dès 1878, cette espèce était nommée *Phacops Potieri* par Bayle; c'est donc ce nom qui doit subsister. L'examen de spécimens du Finistère et de la Mayenne me permet, du reste, d'affirmer l'absolue identité de ces deux formes.

Dans le Finistère se retrouvent, et mieux développées encore, les mêmes couches. Elles y furent reconnues en 1877 par M. Barrois et appelées *Schistes de Porsguen;* il y distingua deux niveaux: les *Schistes de Porsguen* proprement dits et les *Schistes du Fret*. Ce sont ces derniers surtout qu'il convient de paralléliser avec les couches à *Phacops* de la Mayenne et de la Loire-Inférieure.

Plus tard, en 1889, M. Barrois sépare la partie supérieure de ces couches sous le nom de *Sch. de Rostellec* et en fait du dévonien supérieur. Dans le Finistère, il y aurait donc non seulement les couches à *Phacops* analogues à celles de la Mayenne, de la Sarthe, etc. *(Schistes du Fret)*, mais encore le Dévonien moyen et le Dévonien supérieur. Tous ces niveaux sont d'autant plus difficiles à séparer que le facies lithologique et par conséquent les conditions d'existence ont à peine varié; la faune s'est modifiée lentement et certains types ont eu une durée de vie plus longue que dans les régions où un changement dans la sédimentation est venu troubler leur expansion.

Le niveau à *Phacops* vient encore d'être signalé dans les Côtes-du-Nord par M. Barrois dans son travail si remarquable sur le massif du Menez Bel-Air. Il signale en effet la présence de *Phacops occitanicus* (*Ph. Potieri*) dans la bande de l'abbaye de Bosquen et dans la bande de la Chapelle blanche (Massif de Caulnes).

Comme on le voit par cet exposé un peu long, ce niveau à *Phacops* est connu un peu partout; par sa généralité même, il présente un grand intérêt stratigraphique; de plus, ses caractères, tant lithologiques que fauniques, sont assez uniformes et permettent de le reconnaître facilement. C'est un point de repère précieux. Dans l'Ille-et-Vilaine cependant, où le Dévonien est si magnifiquement représenté par les *grès* de *Gahard* et le *Calcaire de Bois-Roux*, le niveau à *Phacops* n'a jamais été signalé, ou plutôt ce qu'en signala M. Rouault passa inaperçu.

En effet, Marie Rouault signala[1] la présence dans le Dévonien de Gahard de *Calymene macrophthalma* (Brongniart). Cette découverte

1. B. S. G. Fr., tome IV, p. 320.

ne fut pas appréciée à sa juste valeur parce que sous ce nom Brongniart figura[1] un *Dalmanites* (Pl. I, f. 4) et un *Phacops* (Pl. I, f. 5).

La diagnose se rapporte au *Dalmanites* qui provenait de la Hunaudière (Loire-Inférieure). MM. de Tromelin et Lebesconte[2] crurent que Rouault avait donné le nom de *Calymene macrophthalma* au *Cryphœus Michelini*; il n'en est rien, cette dernière espèce est citée par M. Rouault dans sa première liste de fossiles sous le nom de *Cryphœus callitelcs*, et d'après les cartons de la collection Rouault du Musée de Rennes que notre ami, M. Bézier, le sympathique directeur, a gracieusement mis à notre disposition, c'est un *Phacops*, et le *Phacops Potieri* que Rouault a désigné sous le nom de *Calymene macrophthalma*, le comparant sans doute à la fig. 5 de Brongniart qui représente le *Phacops Stockesi* M. Edw. du Shropshire.

Les échantillons de *Phacops* de la collection Rouault sont nombreux, mais en assez mauvais état de conservation, suffisants cependant pour être déterminés spécifiquement. Ils sont dans des schistes grisâtres, calcareux, rappelant beaucoup comme facies les *schistes de Saint-Jean-sur-Mayenne* du même niveau et certains bancs des *schistes du Fret*. D'après l'étiquette, écrite de la main de Rouault, ces échantillons proviennent de Gahard. De la même façon sont étiquetés par le paléontologiste Rennais les fossiles provenant de Bois-Roux. Personne depuis cette époque n'a, à notre connaissance, trouvé ni à Bois-Roux, ni sur toute l'étendue de la commune de Gahard, ces schistes calcareux à *Phacops*. Nos recherches personnelles dirigées dans ce but n'ont amené aucun résultat jusqu'à présent.

Nous avons déjà donné[3] une liste de fossiles de Bois-Roux et d'Izé et à ce propos nous avons étudié la succession des faunules dans la carrière de Bois-Roux, nulle part nous n'avons trouvé trace de ce niveau à *Phacops*.

Un fait intéressant que nous avons signalé à cette époque et que nous ne pouvons que confirmer aujourd'hui est la présence de plusieurs bancs à *Leperditia Britannica*.

En général, ce banc est considéré comme terminant les *schistes et calcaires à Athyris undata :* à Bois-Roux il n'en est rien. Ce niveau représente un facies particulier à Gastéropodes et à Lamellibranches a pu s'établir à différentes époques coblentziennes en certains nts, qui, en d'autres, termine cette période. La présence en effet

Crustacés fossiles, 1822.
Ass. fr. av. Sc., Nantes, 1875.
Faune coblentzienne des sch. et calc. d'Ille-et-Vilaine. B. soc. sc. et méd. Ouest, ., tome V.

de ces nombreux gastéropodes, lamellibranches et ostracodes semble caractériser un niveau bathymétrique spécial où les conditions de vie ont été particulières; ces conditions ont pu se présenter une ou plusieurs fois suivant les localités, pendant que se déposaient les *schistes et calcaires à Athyris undata.*

Il est probable que le niveau à *Phacops* a été mis à jour autrefois, peut-être par des fouilles dans le but de rechercher des bancs calcaires, mais que maintenant on ne peut plus l'observer.

Il est d'autant plus intéressant d'en signaler l'existence. En étudiant grâce à l'amabilité de notre ami, M. Bézier, ce dont nous le remercions vivement, les échantillons dévoniens de la collection Rouault, nous avons reconnu qu'un certain nombre d'entre eux appartenaient au même niveau, reconnaissable à son facies spécial, bien différent de celui des couches ordinaires de Gahard. Parmi eux quelques-uns sont les mêmes que ceux que l'on retrouve à Sablé, Saint-Jean-sur-Mayenne, le Fret, Pont-Maillet; d'autres sont des espèces que M. Rouault a publiées autrefois et qui n'ont pas été retrouvées depuis. Les types existent dans la collection du musée de Rennes, conservés, ainsi que les étiquettes de Rouault, avec le plus grand soin par notre ami M. Bézier. Nous pouvons citer:

Phacops Potieri Bayle.

Cette espèce est, comme nous l'avons déjà dit, étiquetée par M. Rouault *Calymene macrophthalma* Brongniart. C'est la même que le *Phacops latifrons* cité par de Verneuil en Bretagne, le *Phacops latifrons var. occitanicus* de Tromelin, le *Phacops occitanicus* de M. Barrois.

Cyphaspis Gaultieri M. Rouault.

Cette espèce est probablement à rapprocher de celle de Pont-Maillet que Cailliaud a déterminé comme une variété de *Cyphaspis Burmeisteri Barr.* Nous n'avons pas vu les échantillons de Pont-Maillet.

Proetus Huhayi M. Rouault.

Cette espèce est peut-être aussi la même que le *Proetus* de Pont-Maillet.

Haplocrinus Boitardi M. Rouault.

Cette espèce est désignée par Rouault sous le nom d'*Eugeniacrinites Boitardi.*

Hexacrinus sp.

Orthis Hamoni M. Rouault.

Cet *Orthis* qui se trouve dans les couches analogues de la Mayenne et de la Loire-Inférieure nous paraît le même que celui du Fret qui a été désigné sous le nom d'*Orthis Eifeliensis.*

Stropheodonta tœniolata Sandb.

Nous donnons ce nom, qui a été donné par M. Barrois aux échantillons de Pont-Maillet, parce qu'ils nous semblent bien être les mêmes que ceux-ci et ceux du Fret. Ils sont souvent appelés *L. Phillipsi* ou *L. interstrialis.*

Stropheodonta Leblanci M. Rouault.

Pentamerus globus. Bronn.

Chonetes Boblayei de Vern.
Chonetes Davousti Œhl.
Productus subaculeatus Murch.
Peut être ce que Rouault a appelé *Pr. Twamlyi.*
Strophalosia ?

L'énumération de ces fossiles intéressants, qui mériteraient certainement d'être figurés et étudiés avec soin, montre que nous avons bien là un niveau analogue à celui de Sablé, de Saint-Jean-sur-Mayenne, de Pont-Maillet et du Fret. C'était le but de notre travail. Il nous a paru utile également d'établir l'identité du *Phacops Potieri* et du *Phacops occitanicus*, cette différence de dénomination pouvant induire en erreur sur l'équivalence des niveaux de l'Est et de l'Ouest du Massif armoricain.

M. B. RENAULT

Lauréat de l'Institut, Correspondant du Ministère de l'Instruction publique

---

DU ROLE PROBABLE DES BACTÉRIACÉES DANS LA FORMATION DES COMBUSTIBLES FOSSILES [589-95 — 553-2]

— Séance du 5 aout —

L'existence des Microcoques que nous avons découverts à l'intérieur des tissus végétaux transformés en Houille, en Boghead, en Lignite, en Tourbe, fait présumer le rôle important qu'ils ont dû jouer dans le changement de composition des matières organiques transformées en ces divers combustibles.

Il était intéressant de suivre la marche de ces infiniment petits nondement à l'intérieur de masses ligneuses plus ou moins volumiises, mais dans l'épaisseur même des parois des vaisseaux et des lules où ils avaient évolué.

Nous examinerons, à ce point de vue, les végétaux changés 1° en uille, 2° en Lignite.

° Dans plusieurs communications faites dans les Comptes rendus l'Académie des Sciences, nous avons indiqué que l'envahissement

avait commencé par les tissus mous, les rayons cellulaires, la moelle, etc., puis gagné les vaisseaux, les fibres ligneuses, etc., enfin les tissus plus résistants tels que le liège, l'épiderme, les cuticules, les spores, grains de pollen, etc.

Si les produits de la fermentation ont été entraînés à mesure de leur formation, en même temps que les Bactériacées diverses qui en étaient les auteurs, il n'est rien resté du végétal primitif dont les différents organes ont disparu successivement dans l'ordre inverse de leur plus grande résistance.

Si, au contraire, une partie des produits élaborés par les actes vitaux des Bactériacées n'ont pu s'échapper, retenus par leur état physique, ou par les conditions mêmes de leur formation : enfouissement dans des argiles ou des sables, recouvrement résultant de nouveaux apports végétaux ; et aussi par une sorte de sélection qui n'a permis qu'à une seule Bactérie *Micrococcus Carbo*, de vivre et d'agir, il est clair que ces produits qui ont formé la matière fondamentale, se seront accumulés, tenant en suspension, pour ainsi dire, les portions de végétaux échappés à l'action microbienne, et les Microbes qui à la longue avaient rendu le milieu inhabitable pour eux-mêmes.

Des préparations faites dans la Houille de Decazeville montrent, en effet, une matière fondamentale de couleur rouge brun, qui laisse voir quand elle est amenée à un degré de transparence *convenable* une quantité considérable de Microcoques *Micrococcus Carbo*, mesurant 0μ,5, des fragments de cuticules et d'epidermes de feuilles, des grains de pollen, des spores de nature diverse, de petits fragments de tissus ligneux, etc... Ces observations confirment les déductions qui précèdent, car les Microcoques ne sont pas seulement disséminés dans la matière fondamentale, mais se voient, sur ou dans tous les débris de végétaux qu'ils étaient en train de détruire.

Pour suivre la marche des Microcoques dans les tissus houillifiés nous avons exécuté des préparations dans de la houille de bois de Cordaïte donnant à l'analyse la composition suivante : C = 82,84 ; H = 4,88 ; O = 11,84 ; Az = 0,44, c'est-à-dire sensiblement celle de la houille de la grande couche de Commentry.

Sur une coupe transversale les trachéides présentent une section elliptique irrégulière de couleur foncée, on voit qu'elles ont cédé à une compression extérieure qui les a déplacées et déformées. La section elliptique noire est entourée d'une ligne plus claire figurant la membrane commune ; le microcospe ne montre de Coccis ni dans la région noire, ni dans la membrane commune ; les rayons cellulaires ligneux en contiennent, au contraire, un grand nombre.

Une coupe radiale offre également dans la région des rayons cellulaires de grandes quantités de ces microorganismes, que l'on parvient aussi à distinguer dans les membranes communes sous forme de chapelets parallèles; sur la coupe transversale ils étaient invisibles comme nous venons de le dire.

L'opacité des préparations de Houille rend souvent impossible l'observation de ces Coccis qui mesurent à peine un demi millième de millimètre et qui ne sont visibles que parce qu'ils sont incolores au milieu de la masse foncée; si celle-ci d'autre part est rendue trop transparente il n'y a plus contraste et ils disparaissent, à moins qu'ils ne soient réunis en amas.

Un milieu plus favorable à l'observation se trouve fourni par des fragments de troncs, dont une partie est houillifiée et l'autre minéralisée, soit par le silice, soit par le carbonate de chaux. La partie houillifiée peut avoir cédé à la compression les cellules et les vaisseaux écrasés sont alors presque aussi difficiles à observer que ceux des troncs houillifiés ordinaires, dans la région minéralisée, au contraire, les parois des cellules et des vaisseaux également houillifiées mais soutenues par la matière incrustante ne se sont pas affaissées et par conséquent sont dans un état bien plus favorable à l'examen [1].

Sur une coupe transversale d'un bois de cordaïte silicifé des Thélots, les parois des trachéides apparaissent avec une épaisseur presque normale, mais elles sont divisées en filaments, en feuillets plus ou moins concentriques colorés en brun et couverts de nombreux *Micrococcus Carbo*. L'intérieur de la trachéide paraît ne renfermer que de la silice. Les Microcoques sont disposés sur les feuillets en lignes verticales et transversales. Dans d'autres parties de l'échantillon les coupes montrent les parois des trachéides un peu moins épaisses, les feuillets moins nombreux, mais l'intérieur rempli d'une substance brune qui, dans les parties transparentes, laisse voir de nombreux Microcoques comme si la substance houillifiée des parois s'était répandue dans la cavité de la trachéide, entraînant les microorganismes ayant accompli leur œuvre.

Les filaments longitudinaux et les portions de parois garnis de Microcoques prouvent que la pétrification a arrêté le travail de la houillification.

[1] Nous devons à M. Cambray, ingénieur aux Thélots, près Autun, un tronc de cordaïte recueilli au milieu du Boghead, houillifié et silicifié ; nous le prions d'accepter nos remerciements. Les tissus étaient houillifiés partiellement et quelques-uns s'étaient déjà affaissés sur eux-mêmes, quand la pétrification s'est produite qui-ci les a conservés, en pénétrant même dans la partie affaissée, tels qu'ils étaient au moment de l'arrivée des eaux minéralisantes.

Les rayons cellulaires sont également remplis de Coccis.

Les coupes verticales tangentielles et radiales confirment les observations faites au moyen des coupes tranversales et les complètent. Les minces feuillets provenant de la division longitudinale des parois, sont couvertes de Microcoques, surtout au contact des membranes communes, tantôt la cavité des trachéides est incolore, tantôt elle renferme la matière brune dont nous avons parlé, celle-ci est divisée en tronçons séparés par des espaces clairs, comme si elle s'était contractée en longueur et en largeur; dans les parties suffisamment transparentes, on distingue également une grande quantité de Microcoques.

Sur une coupe longitudinale radiale, il arrive souvent que si la matière noire, au lieu de remplir l'intérieur des cellules, est restée sur les parois, celles-ci paraissent recouvertes d'une sorte de vernis, fendillé, qui s'est détaché en beaucoup d'endroits. La couche est plus épaisse dans les parties qui correspondent aux aréoles, au pore central des ponctuations, et aux pores communs aux rayons cellulaires et aux trachéides. Le retrait éprouvé par cette couche brune a déterminé la séparation sous forme de rondelles inégales des parties correspondantes aux aréoles et aux pores, de sorte qu'en beaucoup de points on voit, comme flottants, des disques bruns troués à leur centre, de diamètres différents, et d'autre part sur les trachéides les espaces circulaires, vides, laissés par leur enlèvement.

Mais en outre de ces disques d'une origine déterminée, il existe de nombreuses petites gouttelettes brunes, de grosseurs très variables, contenues soit dans les rayons cellulaires, soit dans les trachéides; beaucoup d'entre elles renferment un noyau sphérique mesurant 1 à 2ᵉ de diamètre, indiquant que la matière a joui d'une certaine fluidité[1].

Si dans l'exemple de bois de Cordaïte de Commentry, cité plus haut, nous n'avons pu constater la présence de Coccis dans la substance noire remplissant les trachéides, cela tient au peu de transparence de la Houille, dans l'échantillon silicifié, au contraire la matière noire non comprimée est restée assez claire pour qu'on puisse dans beaucoup de cas y distinguer nettement ces organismes.

Il semble donc que le travail microbien ait consisté, comme nous le disions plus haut, dans la dissolution totale ou partielle des cellules et des vaisseaux sous l'influence d'actes vitaux inhérents à ces organismes. les produits gazeux se sont dégagés, les produits semi-fluides et insolubles dans l'eau sont restés, conservant quelquefois la forme

1. Ces gouttelettes paraissent être une modification du protoplasma des cellules sous l'influence microbienne.

des éléments organiques, dont ils dérivaient et retenant les cadavres de nombreux microcoques.

La Houille serait donc, dans beaucoup de cas, un mélange de débris végétaux plus ou moins avancés en décomposition, des produits provenant de cette altération constituant la matière fondamentale et des Bactériacées elles-mêmes.

2° Dans la plupart des Houilles, les produits de l'altération des végétaux sont si foncés en couleur, que sur une très faible épaisseur, 0mm01 par exemple, les lamelles sont encore opaques; réduites à 0mm001 elles ne peuvent comprendre qu'une portion minime des cellules ou des vaisseaux dans leur épaisseur, on conçoit dès lors qu'il soit difficile de suivre la marche des Microcoques sur une certaine longueur, c'est ainsi que dans la direction la plus favorable, c'est-à-dire sur une coupe faite dans un bois houillifié, parallèlement aux rayons médullaires, les parois, quoique chargées de microcoques, ne montrent que rarement leur mode de progression.

Les bois contenus dans les lignites ont fourni des produits d'altération, moins foncés, qui, imbibant les portions non attaquées, ne les rendent pas inaccessibles à l'observation. On distingue sur les lamelles qui peuvent dès lors être plus épaisses, et rester transparentes, des portions plus considérables de cellules et de vaisseaux et suivre le mode de progression des Bactériacées.

D'un autre côté les Lignites comme les Tourbes offrent bien plus que les Cannels et la Houille des degrés divers dans l'altération des tissus végétaux qui ont concouru à leur formation.

Tantôt en effet le bois offre une conservation assez parfaite pour être tourné et poli; la lignitification est à peine ébauchée; tantôt (au contraire) les différents débris de plantes sont peu reconnaissables, et comme fondus dans une substance amorphe, qui rappelle sans en avoir la composition, la matière fondamentale des Houilles et des Cannels. Tous les passages existent entre le Lignite à peine ébauché brun jaunâtre et le Lignite *fait* à cassure noire et résinoïde.

Pour étudier la marche envahissante des Coccis nous choisirons un bois de Conifère pliocène de Durfort peu altéré. Le tronc, couché horizontalement, s'était néanmoins aplati sous l'influence d'une pression exercée sur lui de haut en bas, mais sans déchirement de tissus, le bois a donc eu une certaine plasticité permettant aux parois des cellules de se déplacer, de se plisser sans se rompre, une coupe transversale montre nettement la succession des couches concentriques, et c'est la portion de chacune, correspondant à la période printanière, qui

montre les traces les plus marquées d'écrasements et de plissements des parois en forme d'S.

Les vaisseaux du bois quoique déformés et aplatis portent encore leurs ornements, les rayons cellulaires sont très distincts, mais les parois de ces divers éléments paraissent corrodées, déchiquetées, creusées de sillons. Avec un grossissements de 1,200 diamètres on distingue des chapelets de Microcoques dirigés à l'intérieur des membranes communes des vaisseaux et suivant leur longueur ; perpendiculairement à cette direction et toujours dans l'épaisseur des parois des files de Microcoques rectilignes ou sinueuses se portent vers les arètes opposées du vaisseau, d'autres chaînettes très courtes se distinguent encore, allant des membranes communes à la cavité des trachéides.

Les cellules des rayons ligneux présentent les mêmes particularités on peut en conclure que l'envahissement des parois des éléments ligneux s'effectuait suivant les trois dimensions et souvent les trajets sont si rapprochés en certains points que l'on se trouve en présence de plages uniquement couvertes de Bactériacées.

On sait que la cellulose ordinaire agit sur la lumière polarisée et que l'image s'éclaire quand on interpose une préparation de tissu ligneux, par exemple, entre deux Nichols croisés. Les bois des Lignites agissent sur la lumière polarisée avec plus ou moins d'énergie suivant le degré d'envahissement des microbes ; lorsque ceux-ci deviennent nombreux, sans que pour cela la transformation de la cellulose soit complète, la préparation reste invisible; elle n'agit plus sur la lumière polarisée[1].

En présence de ces faits, il n'est guère possible de ne pas admettre l'intervention des Microcoques dans la transformation des tissus végétaux en Lignite, leurs dimensions sont un peu plus faibles que celles du *Micrococcus Carbo* de la houille, ils ne mesurent que 0,μ4, ils sont incolores ou faiblement colorés, nous les avons désignés sous le nom de *Micrococcus lignitûm*.

Cette marche des Coccis suivant les trois dimensions dans l'épaisseur des parois des vaisseaux et des cellules que nous venons de signaler dans les bois en voie de se lignitifier a peut-être existé dans les bois qui se sont houillifiés, mais ceux que nous avons étudiés étaient déjà trop altérés et trop opaques pour que nous ayons pu suivre aussi nettement la marche de l'envahissement, c'est seulement, comme nous l'avons déjà dit, dans les parois latérales radiales des vaisseaux et des

1. Les parois des cellules et des vaisseaux des plantes houillères minéralisées par la silice n'ont également aucune action sur cette lumière.

cellules que l'on découvre des chaînettes de Microcoques rectilignes ou sinueuses dirigées ordinairement suivant la longueur des éléments organiques.

Nous avons constaté ci-dessus la présence des Coccis dans la Houille minéralisée contenue à l'intérieur des trachéides de Cordaïtes, il était intéressant de rechercher ces microorganismes dans les produits d'altération des bois en train de se lignitifier. Des préparations faites dans un bois d'Angiosperme de la même localité montrent l'intérieur des cellules et des vaisseaux tapissé d'une couche brune, craquelée, fendillée, contenant de nombreux Coccis, cette sorte de vernis desséché est insoluble dans l'eau, l'alcool, la benzine, l'ammoniaque, la potasse diluée, mais se dissout dans l'acide azotique étendu, c'est peut-être une combinaison de produits ulmiques avec la chaux. Les cellules et les vaisseaux débarrassés de cette couche interne deviennent plus transparents, et leurs parois apparaissent aussi chargées de Microcoques.

Il est évident que le travail microbien produisait assez rapidement la diminution de résistance des parois des éléments organiques amenés ainsi à un état de mollesse telle qu'ils devaient céder à la moindre pression et prendre une forme aplatie. Si les parois finissaient par disparaître complètement, il ne restait plus que les produits de décomposition associés aux Microcoques presque intacts qui l'avaient déterminé.

Des divers faits que nous venons d'exposer ou de rappeler, il résulte :

1° Que si les plantes soumises au travail microbien étaient placées dans des conditions telles que les produits de leur décomposition pussent être éliminés facilement, tous leurs tissus disparaissaient peu à peu et dans l'ordre inverse de leur résistance.

2° Que généralement ces mêmes conditions permettaient le développement de plusieurs espèces de Bactériacées, par conséquent la disparition plus rapide des divers tissus, grâce à une sorte de division du travail établi entre les différentes espèces, dont les unes attaquaient les membranes moyennes, les autres les épaississements, etc. Les eaux minéralisantes nous ont conservé fréquemment les plantes dans l'état de décomposition où elles se trouvaient au moment de leur arri-ée et en même temps les Bactériacées surprises dans leur travail de ·struction.

3° Que si les plantes, au contraire, étaient enfouies de façon à ce ıe les produits de leur décomposition ne pussent être dissous et ıtraînés, ceux-ci en s'accumulant ont ralenti non seulement l'action ıicrobienne, mais déterminé une sorte de sélection qui a réduit à

quelques espèces le nombre des Bactériacées qui ont pu vivre et se développer.

4° Celles-ci en s'attaquant successivement aux tissus dans l'ordre croissant de leur résistance, ont donné naissance à des produits semi-fluides imbibant à mesure les portions non encore altérées, ces produits qui constituent ce que nous appelons la matière fondamentale contiennent un nombre considérable de cadavres de Microcoques. Les fragments de tissus non encore complètement détruits qu'elle renferme, montrent eux aussi de nombreux Coccis.

5° Dans beaucoup de cas, le milieu ainsi formé par les actes vitaux des Microcoques est devenu inhabitable pour eux, et leur action s'est arrêtée ; les parties les plus résistantes des plantes telles que cellules épidermiques, cuticules, enveloppes de spores, grains de pollen, etc., sur lesquels on voit encore des Coccis, ont été plus ou moins épargnés, la Houille est alors composée de la matière fondamentale et des divers débris qui ont échappé à une désorganisation complète.

6° La matière fondamentale est plus ou moins attaquable par les oxydants énergiques tels que : acide azotique et chlorate de potasse ; acide sulfurique et azotate ou chlorate de potasse en poudre, etc. En traitant la Houille pulvérisée, par un de ces réactifs et ensuite par une dissolution alcaline, on isole facilement (comme on sait) les cuticules, spores, etc., qu'elle tenait en suspension.

7° Les membranes communes des cellules et des vaisseaux paraissent avoir résisté aux *Micrococcus Carbo* plus longtemps que les épaississements, du moins, elles restent souvent distinctes sous forme de contours minces de couleur claire, entourant des portions de cylindres foncés provenant de la houillification des épaississements.

8° Les Microcoques sont surtout visibles sur les coupes radiales des bois houillifiés, dans les parois des vaisseaux ou des cellules des rayons, on peut y distinguer des amas, ou des chaînettes rectilignes ou tortueuses indiquant les trajets qu'ils ont suivis en se multipliant.

9° Dans les bois non écrasés qui ont été minéralisés par la silice, on trouve les produits de la houillification remplissant plus ou moins les espaces limités par les membranes moyennes, ou recouvrant celles-ci d'une sorte de vernis noir (comme s'il y avait eu injection de bitume [1], s'il s'agit d'une Gymnosperme, il n'est pas rare de voir cette couche fendillée, découpée en rondelles correspondant aux aréoles et aux pores des ponctuations, détachées et comme flottante au milieu de la silice, souvent aussi on aperçoit des sortes de goutte-

1. Traitée par le sulfure de carbone, l'alcool, cette couche noire ne se dissout aucunement.

lettes de grandeur variable, contenant un corps sphérique mesurant 1 à 2 μ.

10° Les Lignites contiennent des bois les uns à peine altérés, les autres au contraire, dont la décomposition est comparable à celle des végétaux de la Houille.

11° Dans un bois d'altération moyenne, le microscope montre des chaînettes de Microcoques dirigées dans les parois des éléments ligneux suivant les trois dimensions. Souvent les chaînettes sont assez rapprochées pour offrir l'aspect de plages couvertes de Microcoques.

12° Cette abondance de microorganismes amenait nécessairement l'affaiblissement des parois et la plante devait s'affaisser à la moindre pression.

13° L'intérieur des éléments ligneux est fréquemment tapissé d'une sorte de vernis noir, comme ceux de la houille, contenant des Microcoques, insoluble dans les liqueurs alcalines, soluble dans les liqueurs acides.

14° A mesure de leur transformation en Lignite, les éléments du bois agissent de moins en moins sur la lumière polarisée.

15° Les Lignites faits présentent comme la Houille, une matière fondamentale mais de composition différente et contenant des principes ulmiques.

16° Les Microcoques des Lignites plus petits que ceux de la Houille, ne mesurent que 0m4, s'ils paraissent avoir procédé d'une façon analogue, ils ont donné naissance à des produits différents.

M. E. PERROT

Chef des travaux micrographiques à l'École supérieure de Pharmacie de Paris

SUR LA STRUCTURE ANATOMIQUE DE LA TIGE DES GENTIANACÉES [581-8 — 5837]

— Séance du 5 aout —

Les Gentianacées comprennent environ 700 espèces répandues dans toutes les parties du monde. Les unes sont surtout terrestres et constituent la sous-famille des Gentianoïdées; les autres vivent dans les

marais ou sont franchement aquatiques, et composent celle des Menyanthoïdées. Ces dernières sont représentées par deux espèces européennes, et par 25 à 30 espèces pour la plupart australiennes. La structure anatomique des Ményanthoïdées ayant fait l'objet d'un travail antérieur [1], nous nous proposons d'exposer ici les caractères généraux tirés de l'étude anatomique comparée de la tige des Gentianoïdées, en insistant surtout sur le développement et la disposition du tissu conducteur.

Nos recherches ont porté sur plus de 200 espèces, dont au moins une centaine pour le seul genre *Gentiana;* elles montrent par l'ensemble des caractères anatomiques, une constance tout à fait remarquable.

Les Gentianées terrestres ont une tige généralement herbacée ou sous-ligneuse, à peu près cylindrique, présentant souvent quatre côtes longitudinales, un peu rapprochées deux à deux, parfois très apparentes et formant quatre arêtes ailées. Ces ailes membraneuses sont surtout développées sur les pédoncules floraux.

L'épiderme de la tige est persistant avec une cuticule épaisse souvent striée, et les cellules qui le composent, se soulèvent fréquemment en éminences courtes, coniques, et parfois en véritables papilles irrégulièrement cylindriques, fortement striées. Dans quelques cas, ces papilles deviennent de véritables poils qui peuvent même présenter 1-2 cloisons transversales (*Orphium frutescens*), beaucoup de *Gentiana* de l'Asie, et quelques *Sweertia*. Le parenchyme cortical est lacuneux, peu épais, formé de larges cellules irrégulières ou arrondies.

Quelquefois les premières assises sous-épidermiques sont collenchymateuses (*Gentiana campestris, Germanica,* etc.); d'autres fois, la membrane interne des cellules épidermiques se gélifie ainsi que la paroi des cellules adjacentes; il en résulte une couche de mucilage, très facile à distinguer dans certaines espèces (*G. saxosa*); cette gélification peut s'étendre plus profondément dans l'écorce. Dans d'autres cas encore, la transformation des parois des cellules corticales est différente : la membrane se gonfle et subit une différenciation cornée (*G. papillosa*, etc.). L'endoderme est presque toujours facilement reconnaissable par ses plissements latéraux très accusés.

L'écorce ne présente donc jamais de formations secondaires et, sauf de rares exceptions (*Déjanira, Lisianthus*, etc.), *elle ne contient pas* non plus *de fibres mécaniques* ni *de cellules scléreuses.*

Le péricycle est unicellulaire, et le liber, toujours fort peu impor-

1. E. Perrot. Bull. Soc. bot. Fr. 1897. T. LXIV, p. 340.

tant, présente une disposition tout à fait caractéristique. Il se compose de quelques assises de parenchyme libérien où l'on distingue çà et là de petits paquets isolés de tubes criblés d'un diamètre excessivement étroit avec des cribles à une seule perforation, disposés en direction généralement un peu oblique.

Dans la majorité des cas, le liber primaire reste réduit à ces éléments, si ce n'est dans un très petit nombre d'espèces de la tribu des *Héliées*, quelques *Exacum*, etc,, chez lesquelles on peut voir quelques assises libériennes secondaires. Chez d'autres plantes au contraire, (*Sweertia Delavayi, Griffithsii*, etc.), le liber est réduit aux simples paquets de tubes criblés s'appuyant souvent directement sur l'endoderme.

Le bois forme toujours, excepté chez les *Leiphaimos*, un anneau complet très compact, sans rayons médullaires et toujours pauvre de vaisseaux. Ce bois, dans sa partie externe, est surtout formé d'éléments allongés, fortement lignifiés, souvent dépourvus de ponctuations ou bien munis de ponctuations simples ou aérolées; dans sa zone interne, les éléments du sclérenchyme ligneux sont plus larges, et le nombre des vaisseaux plus élevé. On ne rencontre pas de rayons médullaires sauf chez les *Héliées*, qui paraissent rattacher anatomiquement les Gentianées aux familles voisines ; dans ces plantes, les rayons médullaires unisériés sont toujours fortement épaissis.

Les *Chironia, Orphium, Ixanthus*, présentent dans leur bois des îlots de tissu criblé intraligneux, formés par différenciation de quelques cellules ligneuses qui restent parenchymateuses pendant que leurs voisines subissent la lignification [1].

La moelle est généralement parenchymateuse ; la partie centrale se résorbe après la floraison et la tige est creuse.

Dans la portion périphérique persistante, quelquefois plus ou moins sclérifiée, il existe sans exception, des îlots de tissu criblé parfois très petits et très nombreux, parfois en amas assez volumineux et peu nombreux. Ces fascicules criblés périmédullaires, sont situés à une distance très courte des trachées du bois, et paraissent parfois inclus dans le sclérenchyme ligneux qui entoure ces vaisseaux primaires.

Dans beaucoup d'espèces, on rencontre aussi des fascicules criblés dans la partie centrale de la moelle, et l'on peut voir aussi se surajouter aux tubes criblés quelques vaisseaux annelés ou spiralés, qui constituent ainsi de *véritables fascicules cribro-vasculaires surnuméraires complétant le système conducteur normal* de ces plantes.

1. E. Perrot. Sur le tissu conducteur surnuméraire. Journal de Bot., 1897.

(*G. lutea*, *pneumonanthe*, etc.)[1]. Très rarement l'on rencontre quelques cellules scléreuses, protégeant les îlots de tissu conducteur complémentaire de la moelle.

La tige des Gentianées est donc caractérisée par l'absence de périderme et de tissu mécanique, le faible développement du liber normal de fascicules criblés généralement périmédullaires, parfois répandus dans toute l'étendue de la moelle. Il est permis de penser qu'il existe une corrélation évidente entre les différentes particularités anatomiques.

Le manque de protection extérieure contre les variations physiques explique la réduction du liber; il est compensé par la lignification profonde de la zone externe du bois qui ne peut jouer qu'un rôle médiocre dans le transport de l'eau. En revanche, cette zone constitue pour la plante un soutien rigide et un appareil protecteur remarquable des trachées de la partie interne de la zone ligneuse en même temps que des tubes criblés de la région médullaire.

Le développement de la région ligneuse est aussi très particulier et mérite une description spéciale. Une coupe transversale dans le sommet végétatif d'une jeune tige montre trois zones différentes. Entre les deux portions externe et interne, formées de larges cellules arrondies, on voit une bande de tissu à éléments plus petits en voie de division active. A l'extérieur comme à l'intérieur de ce méristème annulaire, se différencient tout d'abord des îlots de tubes criblés. Un peu plus tard apparaissent quelques trachées plus éloignées des tubes criblés externes, et aussitôt, dans la région qui les sépare, des cloisons transversales se forment, qui donnent des séries plus ou moins radiales de nouvelles cellules ; celles-ci constituent ainsi une sorte de méristème secondaire qui continue à fonctionner rapidement, sans que l'activité se localise dans une région centrale étroite ou une simple assise génératrice, comme c'est le cas ordinaire chez les Dicotylédones.

Dans certaines espèces, ce méristème secondaire paraît posséder son activité maxima au contact des trachées primaires ; il fonctionne ainsi en direction centripète. Parfois ce cloisonnement est irrégulier et si rapide qu'il est impossible de déterminer la direction d'accroissement ; car aussitôt le nombre des cellules définitif pour la tige adulte est atteint, la lignification se fait pour ainsi dire brusquement sur toute la partie du tissu compris entre les premières trachées et les tubes criblés de la région libérienne externe.

1. E. Perrot. Sur le tissu criblé extralibérien et le tissu vasculaire extraligneux. C. R., p. 1115, 1897.

Toutefois, dans les tiges dont le développement exige un fonctionnement assez long de ce méristème secondaire, les divisions continuent surtout à la partie externe du jeune tissu, et souvent sur une épaisseur de cellules assez considérable. Il se forme enfin parfois un véritable cambium normal, mais unilatéral, ne donnant que des éléments qui se lignifieront plus tard, et ce n'est que très exceptionnellement qu'il naît quelques assises de tissu libérien secondaire.

Le tissu secondaire qui prend naissance par ces processus un peu différents, soit en direction centripète, soit en direction centrifuge, subit toujours une différenciation ligneuse et le tissu ainsi formé se compose surtout de sclérenchyme à éléments allongés, souvent ponctués, avec quelques vaisseaux généralement étroits. Dans les petites espèces dont la tige atteint de très bonne heure sa grosseur définitive, la lignification est extrêmement rapide, et comprend tout le tissu qui s'étend entre les îlots libériens primaires et les fascicules criblés médullaires.

Il résulte de là que les amas de tubes criblés différenciés soit à l'extérieur, soit à l'intérieur de la bande méristématique, sont parfaitement contemporains, et qu'ils apparaissent avant les premières trachées. Il n'est pourtant pas possible de dire que les Gentianées possèdent des faisceaux bicollatéraux, car il n'existe aucune relation entre les positions respectives des éléments libériens et ligneux primaires.

Les particularités de structure, ainsi que le mode de développement spécial de l'appareil conducteur des plantes de cette famille, fournissent, à quelques détails près, des caractères très constants, et dont il faut chercher les explications dans les conditions biologiques de la vie de ces espèces.

Il n'existe pas ici, comme c'est le cas général, de formations secondaires issues du fonctionnement d'une ou plusieurs assises cambiales en direction centrifuge pour le bois, centripète pour le liber. Il y a simplement une bande de tissu qui se divise en orientant d'une façon plus ou moins régulière les nouvelles cellules dans le sens radial. Quel que soit le sens de la direction d'accroissement, la région ainsi formée se différenciera en éléments conducteurs et mécaniques, suivant les besoins de la plante.

La loi générale de formation du tissu conducteur est complètement modifiée, mais les éléments essentiels ont néanmoins pris naissance, leur répartition spéciale dépend probablement des conditions biologiques extérieures. On conçoit dès lors que les Gentianées, dont

la majeure partie des espèces sont subboréales ou croissent sur les hauts sommets, possèdent des caractères particuliers, leur permettant, sous peine de disparaître, de supporter des écarts de température considérables; de plus, elles doivent croître et se reproduire en un temps très court. On peut émettre l'hypothèse que ces conditions physiques ont influé considérablement sur leur structure. La transformation mucilagineuse des parois de l'épiderme ou des cellules corticales, peut être considérée comme une défense contre le froid, et le développement très grand du tissu criblé dans la moelle, peut provenir de l'insuffisance de la protection à l'égard du milieu extérieur offerte au liber normal par l'écorce. Au contraire, la formation si spéciale et si rapide du sclérenchyme ligneux, constitue une protection très efficace pour les tubes criblés médullaires. On pourrait voir aussi dans l'apparition des fascicules cribro-vasculaires médullaires, l'adjonction complémentaire et temporaire d'un appareil conducteur complet nécessaire à la plante, pour mener rapidement à bien la maturation des graines. La disparition de cet appareil, par résorption de la partie centrale de la moelle après la floraison, vient à l'appui de cette manière de voir.

L'anatomie comparée de toutes les familles de Gamopétales, donnera peut-être un jour des explications tout à fait plausibles pour l'interprétation des particularités de structure de ces plantes, que l'on considère comme les dernières apparues sur la terre, et les mieux adaptées aux conditions physiques pour des changements biologiques futurs, toujours possibles.

M. le Dr C. GERBER
Professeur suppléant à l'École de Médecine de Marseille

DE L'INFLORESCENCE DES LIQUIDAMBARS ET DE LA PLACE QUE LES LIQUIDAMBARACÉES PARAISSENT DEVOIR OCCUPER DANS LA CLASSIFICATION [583-36 — 591-4]

— Séance du 5 Août —

Les Liquidambars, ces beaux arbres exotiques que l'on cultive dans quelques jardins botaniques du midi de la France, et qui acquièrent

dans celui de Marseille le port d'un platane de grande venue, possèdent des fleurs unisexuées.

Les fleurs femelles sont réparties à la surface d'une inflorescence en boule. Cette inflorescence, ainsi que tous les auteurs l'ont constaté, présentent, autour des styles, des étamines stériles pouvant à l'occasion devenir fertiles.

Les fleurs mâles sont situées le long d'une inflorescence allongée en épi, et si l'on croit ces mêmes auteurs, ces épis mâles ne porteraient que des étamines. Il ressort en un mot de la comparaison des descriptions des fleurs mâles et des fleurs femelles qu'ils donnent, que les fleurs mâles sont essentiellement unisexuées, tandis que les fleurs femelles ne le sont que par avortement. Nous nous contenterons de citer, à l'appui de notre assertion, les diagnoses de De Candolle, de Le Maout et Decaisne, et de Baillon.

De Candolle, dans le Prodrome, s'exprime ainsi :

« Fl. masculi e staminibus approximatis intra bracteas capituli « acervatis constantes. Antheræ observe lineari-pyramidatæ, 4 angula- « ris, filamento brevi aut nullo. Feminei : Calyx infundibuliformis, « cum proximis basi connatus, margine integer aut obscure glanduloso- « lobatus. Petala nulla. Stamina steriliæ sæpe 4-9, circa verticem « calyces inserta [1] »

Le Maout et Decaisne reproduisent presque littéralement l'opinion de De Candolle.

« Fleurs ♂ apérianthées, composées d'étamines agglomérées entre « les bractées du capitule. *Anthères* pyramidales linéaires, quadran- « gulaires, à deux loges opposées. *Filet* court ou nul. — Fl ♀ ; Calyce « infundibuliforme, entier, ou lobé glanduleux au sommet. Pétales « nuls, étamines stériles, souvent 4-9, insérées autour du sommet du « calice » [2].

Enfin Baillon décrit les fleurs mâles de la façon suivante « Flores « masculi nudi ; staminibus ∞, in capitulum globosum glomeratis, « filamentis brevibus, annulo breviter prominulo hinc inde basi cin- « cti ; antheris basifixis oblongis *v*. obcordatis, margine 2-rimosis », « tandis que pour les fleurs femelles il dit :

« Floris foeminei receptaculum concavum ; annulo (perianthis ?) brevi margini inserto. Stamina ∞, nunc pauco *v* O ; filamentis brevibus ; antheris parvis (nunc fertilibus) » [3].

D'ailleurs, c'est à la suite de cette constatation de fleurs mâles,

1. Prod. syst. Natur. Veget. pars. 16 sectio II. Plataneaceæ p. 157.
2. Le Maout et Decaisne. Tr. gl de Bot. Iconogr. et Descrip. des fam. p. 533.
3. H. Baillon. *Histoire des plantes*. Tome. 3 p. 461.

sans traces de pistil, réparties sur une certaine longueur d'un axe caduc, que l'on a considéré cette inflorescence comme un *chaton mâle* et que l'on a rapproché les Liquidambars des Amentacées. C'est ainsi que Le Maout et Decaisne disent : « Fl. monoïques en chatons ou « en capitules unisexuels »[4]. C'est ainsi également que, d'une part, Blume[2] les érigeait en une famille des Balsamifluées; d'autre part Lindley[3] en faisait les Altingiacées ou les Balsamaceaxe, et que l'un et l'autre de ces savants botanistes plaçaient la nouvelle famille qu'ils venaient de créer, au voisinage immédiat des Amentacées. Si nous admettons la manière de voir des savants maîtres de la Botanique, nous devons faire remarquer qu'il existe un contraste saisissant entre la manière d'être des fleurs femelles pourvues de traces d'étamines et celle des fleurs mâles dépourvues de carpelles plus ou moins atrophiés, et nous ne pouvons pas nous dissimuler combien ce contraste cadre difficilement avec nos vues actuelles sur l'évolution des sexes dans les plantes.

Nous avons en effet trois façons d'expliquer ce contraste ; trois hypothèses peuvent être émises.

L'hypothèse qui paraît la plus simple, au premier abord, est la suivante : Les fleurs des liquidambars ont été, dès le début, comme aujourd'hui, les unes mâles aux deux points de vue morphologique et physiologique, les autres hermaphrodites morphologiquement, mais femelles physiologiquement. Cette hypothèse ne peut être admise. Le seul fait que les fleurs femelles des liquidambars sont parfois non seulement morphologiquement, mais encore physiologiquement hermaphrodites, prouve, en effet, qu'elles ne sont pas fixes, qu'elles varient ; elle sont en voie d'évolution ; que celle-ci soit progressive ou regressive, elle n'en existe pas moins. Nous n'envisagerons donc pas plus longtemps cette conception, et nous passerons aux deux autres hypothèses, celles-là nettement évolutionistes.

L'une peut se formuler ainsi :

Les fleurs des liquidambars ont été, au début, hermaphrodites. Elles se sont différenciées, peu à peu, en fleurs mâles et en fleurs femelles ; mais la tendance à l'atrophie de l'organe femelle, chez les fleurs hermaphrodites qui sont devenues mâles, s'est manifestée de très bonne heure ; elle s'est accentuée de plus en plus et actuellement toute trace de gynécée a disparu ; au contraire, la tendance à l'avortement des étamines, chez les fleurs hermaphrodites qui sont deve-

3. Le Maout et Decaisne. Loc. cit. p. 533.
4. Blume. Fl. Jav. 1828.
5. Lindley. Veg Kingd 253. ord 79.

nues femelles, est relativement récente ; elle est pour ainsi dire actuelle ; aussi l'atrophie n'a-t-elle porté encore que sur les anthères qui sont devenues stériles ; les filets et les parois des loges anthériques ont persisté, et ces dernières, par souvenir atavique, deviennent de temps en temps fertiles.

L'autre hypothése diffère de la précédente en ce qu'elle admet que les fleurs des liquidambars évoluent vers l'hermaphrodisme et non vers l'unisexualité. D'après elle, les fleurs des liquidambars ont été, au début, les unes mâles, les autres femelles, d'une façon absolue ; les fleurs des deux sortes sont frappées d'une tendance vers l'hermaphrodisme, il est vrai, mais tandis que cette tendance s'est manifestée depuis longtemps chez les fleurs femelles qui ont pris des étamines encore le plus souvent stériles, mais déjà parfois fertiles, elle n'a pas encore déterminé chez les fleurs mâles, la plus petite trace de Gynécée. En un mot ces dernières n'ont pas encore commencé leur évolution vers l'hermaphrodisme, tandis que les fleurs femelles ont presque fini cette évolution.

De ces deux hypothèses, il en est une qui, dans l'état actuel de la science, paraît la plus vraisemblable, c'est celle qui fait dériver les fleurs actuelles de fleurs primitivement hermaphrodites. Il semble bien, en effet, si l'on en croit Darwin, que les espèces qui présentent des « alliances de tous côtés à des hermaphrodites », et chez lesquelles on « constate la présence dans les fleurs femelles de rudiments d'or- « ganes mâles, peuvent être sûrement considérées comme descendant « de plantes qui portaient autrefois les deux sexes réunis dans la « même fleur. » Cependant, la seconde hypothèse n'est pas à repousser à priori. Des biologistes, et non des moins compétents, ont en effet admis pour certaines plantes hermaphrodites actuellement, une origine unisexuée. C'est ainsi que Delpino fait dériver les végétaux monoclines des diclines, dans sa réponse à Hildebrand au sujet d'un travail sur la distribution des sexes chez les plantes[1]. D'autre part M. Giard, dans son remarquable travail sur la transformation de *Pulicaria dysenterica*, Gaertn. en une plante dioïque[2] incline à penser, en s'appuyant sur des arguments des plus sérieux, que les fleurs hermaphrodites d'un certain nombre de composées dont les pitules présentent quelques fleurs mâles ou quelques fleurs melles, proviennent d'ancêtres complètement unisexués, même

. Atti della Società Italiana di Scienza Naturali, Vol. X, fasc. III, tiré à part, ge 8.

2. Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, IIe série, Ire année, 1878, 54 et IIIe série, 2e année, 1889, t. IV, page 53.

dioïques. Que ces ancêtres descendent eux-mêmes de parents beaucoup plus anciens et hermaphrodites, comme le veut Hildebrand [1], la chose est possible, mais il n'en reste pas moins acquis que, d'après MM. Giard, Delpino, etc., des fleurs unisexuées peuvent évoluer vers l'état hermaphrodite.

Quoi qu'il en soit, ces deux hypothèses, les seules qui soient admissibles, en se plaçant au point de vue de l'évolution, présentent un point faible : la différenciation des fleurs hermaphrodites en mâles et femelles dans l'une; la tendance des fleurs mâles et des fleurs femelles à devenir hermaphrodites dans l'autre, ne se serait pas manifestée au même instant pour les fleurs de l'un et de l'autre sexe. Bien plus, plaçons-nous dans le cas de la première hypothèse, le raisonnement qui va suivre s'appliquant avec des modifications insensibles à la seconde. D'après cette première hypothèse, certaines modifications dans le milieu extérieur ou intérieur, ont amené une perturbation dans la nutrition, déterminant un certain nombre de fleurs hermaphrodites à diminuer leur gynécée; ces modifications seraient assez anciennes et auraient persisté assez longtemps pour amener l'atrophie complète du pistil; puis, d'autres modifications survenant ensuite auraient amené une perturbation nouvelle, uniquement dans la nutrition des fleurs hermaphrodites restantes et auraient frappé d'atrophie leurs étamines, sans agir sur les étamines des fleurs mâles qui venaient de se constituer. Il faut, on le voit, reconnaître au second agent perturbateur une intelligence remarquable, lui permettant de ne modifier les étamines que chez les fleurs laissées intactes par le premier agent perturbateur. N'y a t-il pas, là, prédestination ? Ne côtoyons-nous pas de trop près le fossé, pour ne pas dire l'abîme, où repose le principe des causes finales ? Il est vrai que l'on peut dire, à la rigueur, que le hasard a tout fait. Soit, ce sera alors un hasard presque providentiel et comme le cas des liquidambars est celui de beaucoup d'autres plantes, il nous sera même permis de qualifier ce hasard d'intelligent.

Ne paraît-t-il pas plus vraisemblable d'admettre qu'à un moment donné, les modifications du milieu extérieur ou intérieur ont déterminé une perturbation dans toutes les fleurs hermaphrodites, amenant chez les unes l'atrophie des étamines, et chez les autres l'atrophie du pistil ? Ces modifications se maintenant, l'atrophie a été progressive dans les deux groupes de fleurs qui venaient de se différencier et elle doit en être actuellement au même point. Or, elle ne peut pas être complète, car, dans ce cas, il ne devrait exister que des fleurs

1. F. Hildebrand. Ueber die Geschlechtsverhaeltnisse bei den Compositen. Dresden. 1869.

absolument femelles et des fleurs absolument mâles, et nous avons dit plus haut que les fleurs femelles présentent des restes d'étamines.

On est donc porté à penser que la regression du gynécée est incomplète chez la fleur mâle et que, par suite, celle-ci doit présenter des restes du pistil, tout aussi bien que la fleur femelle présente des restes d'étamines.

Telles sont les considérations biologiques qui, malgré la haute autorité des botanistes précédemment cités, nous ont amené à rechercher s'il n'existait pas des carpelles dans l'inflorescence mâle des liquidambars. D'ailleurs, la découverte récente que nous avions faite de traces microscopiques de l'organe femelle dans les fleurs mâles de plantes communes du midi de la France, nous donnait quelques raisons de supposer que l'absence de pistil dans les inflorescences mâles des liquidambars pouvait provenir d'une imperfection dans les moyens d'investigation dont disposaient les botanistes classificateurs, jusqu'à ces derniers temps.

Autrefois, en effet, les botanistes qui s'occupaient de systématique n'avaient recours, pour caractériser leurs espèces, qu'à la morphologie externe. L'œil et la loupe étaient les seuls appareils dont ils se servaient. Quant à l'anatomie microscopique, il ne fallait pas en parler. Or, on sait que dans les inflorescences femelles des liquidambars, les ovaires sont complètement inclus dans l'axe de l'inflorescence; les styles seuls proéminent comme des bractées ou des paillettes à la surface. Si donc, les fleurs mâles présentent des traces de pistil, l'ovaire plus ou moins réduit doit être inclus dans l'axe, et quant aux styles très réduits, ils peuvent se confondre avec les aspérités de la surface de l'inflorescence. La morphologie externe ne peut être d'aucun secours et ce n'est qu'en faisant des coupes et en les examinant au microscope que l'on peut constater ces résidus d'ovaires.

Nous pouvons dire, d'ores et déjà, que nos recherches ont été fructueuses. Elles nous ont montré tous les passages, depuis la fleur hermaphrodite jusqu'à la fleur complètement mâle, la diminution du gynécée étant d'autant plus accentuée que l'inflorescence, par sa uation est placée dans des conditions plus défectueuses au point vue de la nutrition.

Description des inflorescences du « Liquidambar orientale

Les inflorescences du *Liquidambar orientale* naissent au mois de mars, les rameaux qui se sont développés à la fin de l'hiver précédent et premier printemps.

Si nous examinons un de ces jeunes rameaux à la fin du mois de mars, nous voyons qu'il porte dans sa partie inférieure trois ou quatre feuilles longuement pétiolées et à limbe bien développé, palmatilobé. La cinquième feuille ne diffère en rien de celles-ci : même forme, même grandeur, mais elle porte à son aisselle une inflorescence ramassée en boule dont la surface est recouverte de crochets assez longs, groupés par paires ; on dirait des hameçons. Ce sont les styles bien développés des fleurs femelles. Entre ces pistils on remarque de très petites étamines presque sessiles et stériles. Cette inflorescence est donc femelle. Elle est située à l'extrémité d'un pédicelle aussi long que le pétiole de la feuille axillante.

La sixième feuille est un peu plus petite que les précédentes ; de son aisselle part un capitule, femelle comme le précédent, de mêmes dimensions, un peu moins longuement stipité (5 centimètres) ; les styles ont les mêmes dimensions que dans l'inflorescence précédente ; mais les étamines situées entre les pistils ont un filet un peu plus grand, supportant des anthères dont certaines contiennent des grains de pollen que l'on constate sur les bords des fentes de déhiscence de ces anthères.

La septième feuille est réduite de moitié dans ses dimensions. Le capitule qui sort de son aisselle est plus petit et son pédicelle n'atteint pas la moitié de celui des capitules précédents (2 centimètres). Sa surface est garnie d'étamines fertiles ; l'on ne distingue aucun des styles si développés des fleurs femelles. On a donc ici le capitule mâle des auteurs.

Plus haut sur le rameau, l'axe complètement développé ne porte plus de feuilles, mais l'on remarque à une certaine distance de l'inflorescence dont nous venons de parler, une seconde inflorescence mâle, très brièvement pédicellée (1/2 centimètre). Si on en suit le développement, on voit qu'elle est, au début, enveloppée de membranes très minces qui semblent être les stipules des feuilles dont le pétiole et le limbe auraient avorté ; ce qui, du moins, contribue à nous le faire supposer, c'est que ces membranes sont caduques comme les stipules des feuilles complètes de l'arbre dont nous nous occupons.

Enfin, l'on arrive à l'extrémité du rameau. Cette extrémité présente, sur une assez grande longueur, des étamines nombreuses, si bien que l'on croirait avoir un épi mâle, comme certains auteurs l'ont admis ; mais un examen plus attentif montre un groupement de ces organes mâles en plusieurs petits bouquets distincts. Si on enlève les anthères qui masquent l'axe de l'inflorescence, on voit que chaque bouquet correspond à un petit renflement parfois brièvement pédicellé, ces renflements deviennent de plus en plus petits, et de plus en plus rapprochés, au fur et à mesure que l'on avance vers l'extrémité supérieure du rameau, si bien que les dernières fleurs, et seulement elles, sont directement portées par l'axe. Les premiers de ces renflements, ceux qui sont les plus gros, sont recouverts dans leur jeune âge d'enveloppes très minces semblables à celles des glomérules pédicellés mâles précédents ; elles semblent donc, elles aussi, être les stipules des feuilles axillantes dont le pétiole et le limbe n'auraient pas apparu.

En somme, un rameau fleuri de *Liquidambar orientale* présente une série d'inflorescences dont les dimensions et les distances respectives vont en décroissant de la base du rameau à son sommet. Ces

inflorescences (glomérules) sont à l'aisselle de feuilles dont les dimensions décroissent également dans le même sens. Les glomérules de la base du rameau, ceux qui sont à l'aisselle des feuilles bien développées sont femelles physiologiquement, mais hermaphrodites morphologiquement; les glomérules du sommet du rameau, ceux qui sont à l'aisselle de feuilles incomplètement développées ou nulles et alors réduites à leurs stipules, sont mâles d'une façon absolue, d'après les auteurs.

Examinons attentivement la surface du premier glomérule mâle, de celui qui suit immédiatement les glomérules femelles ou hermaphrodites. A cet effet, enlevons les anthères qui cachent complètement cette surface et examinons là à la loupe.

On distingue, entre les filets des étamines, des aspérités de deux sortes. Les unes sont de légères bosselures semblant former un anneau autour d'un certain nombre d'étamines qu'elles relient entre elles; c'est le perianthe? ou plutôt ce que Baillon caractérise de la façon suivante, en parlant des filets: «... annulo breviter prominulo hinc inde basi cincti...» [1].

Les autres sont des languettes très petites. On pourrait croire tout d'abord à des bractéoles, à des paillettes; mais si on les examine de près, on voit qu'elles sont rapprochées deux par deux, et qu'elles se regardent par leur face. Malgré soi, on est amené à les comparer (toutes proportions gardées) aux deux grands styles des fleurs femelles; le rapprochement s'impose encore bien davantage dès qu'on aperçoit, autour de ces paires d'appendices, un sillon circulaire. Ce sillon, quoique à peine dessiné, rappelle en effet celui qu'on remarque à la base du style dans la fleur femelle, et qui indique le commencement de la dépression au fond de laquelle est logé le gynécée. Les deux languettes prennent, on le voit, la signification de deux styles atrophiés.

Nous voilà, en somme, bien près de voir se confirmer les soupçons que nous avions au début: l'existence d'un pistil plus ou moins réduit dans les fleurs mâles.

Pour donner à nos présomptions le caractère de la certitude, allons à la recherche de l'ovaire réduit d'où doivent partir les styles.

Anatomie microscopique du glomérule mâle.

y a bien des chances pour que l'ovaire que nous espérons trouver, oc-
, dans le glomérule mâle, une place correspondante à celle qu'il occupe
s la fleur femelle. Nous devons donc le trouver enfoui dans l'axe charnu

[1] Loc. cit.

de l'inflorescence, et par suite, il nous faut pratiquer une coupe perpendi culaire à l'axe du glomérule. Cette coupe sera parallèle aux deux languettes, qui, si elles sont sectionnées, le seront dans le sens de la longueur. Examinons-la au microscope: *(fig. 1)*.

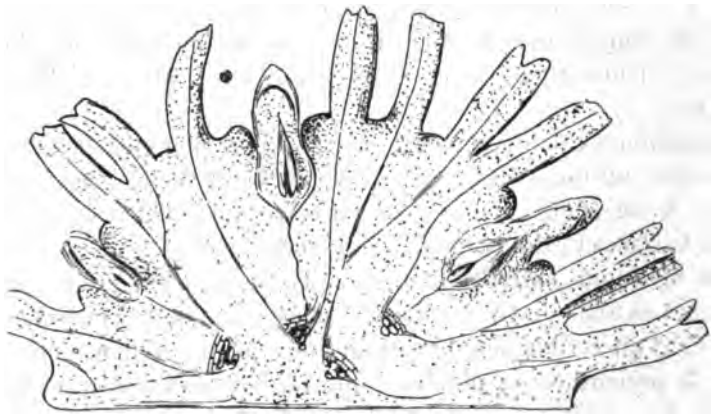


FIG. 1

Section perpendiculaire à l'axe d'une inflorescence mâle de *Liquidambar orientale*. Elle montre trois pistils à différents états de réduction.

On trouve de l'extérieur à l'intérieur :

1° Les filets des étamines et les languettes accouplées ;

2° Un tissu homogène, percé à la périphérie d'un certain nombre de cavités très petites situées au-dessous des languettes ;

3° Des faisceaux liberoligneux, qui se rendent, les uns à la base des cavités, les autres aux filets des étamines, et qui partent tous d'un certain nombre de faisceaux centraux.

Cavités et faisceaux sont bien intéressants ; aussi allons-nous les étudier dans deux chapitres spéciaux.

a. *Cavités*. — Les cavités se présentent à la section, tantôt comme des losanges, tantôt comme des ovales, dont la grande diagonale ou le grand diamètre est perpendiculaire à l'axe de l'inflorescence.

Une cloison divise ces cavités en deux loges, et chaque loge est placée au-dessous d'une des deux languettes. Ces loges, quoique dépourvues d'ovules, n'en sont pas moins, par leur situation, la reproduction des loges ovariennes des fleurs femelles D'ailleurs l'analogie entre ces cavités et les ovaires de ces dernières, devient encore plus évidente, si on étudie les tissus qui entourent la cavité. Ces tissus sont formés de rangées de cellules parallèles à la cavité, et ces rangées aboutissent aux languettes (styles) dans lesquelles elles se continuent, constituant alors le bord interne du sillon circulaire que nous avons signalé plus haut. Quant au bord externe, il est constitué par d'autres rangées de cellules parallèles aux premières et descendant jusque au-dessous de l'ovaire, de façon à constituer une véritable cupule dans laquelle est enchâssé le pistil réduit. On reconnaît assez facilement la ligne de démarcation entre les cellules des parois de l'ovaire et celles de la cupule. Ainsi donc, les glomérules mâles contiennent des pistils

réduits et stériles comme les glomérules femelles contiennent des étamines réduites et stériles.

La réduction des pistils peut-être plus ou moins forte. C'est ainsi que dans la coupe 1 qui a intéressé trois fleurs, le pistil de droite correspond absolument à la description que nous venons de faire, tandis que le pistil de gauche, beaucoup plus petit, ne donne plus qu'une vague indication des loges, et présente deux styles dépassant de bien peu la surface de l'inflorescence.

Il peut même se faire que la réduction du pistil soit telle, que l'on ne trouve plus qu'une fente représentant la cavité ovarienne, et que les styles ne proéminent plus du tout au-dessus de la surface du glomérule ; c'est ce qui se produit pour la fleur mâle représentée dans la figure 2.

Fig. 2

ur mâle isolée de *Liquidambar orientale*. Elle montre, au centre, un pistil extrêmement réduit.

. suffit de comparer cette fleur mâle à la fleur femelle représentée fig. 3 ir juger d'une part, du degré de réduction du gynécée dans la fleur mâle, d'autre part, du degré de développement extrême des étamines dans cette ne fleur.

b *Faisceaux.* — Les faisceaux qui se rendent aux étamines, dans l'inflorescence mâle, sont horizontaux; ils ne sont formés que d'un ou deux vaisseaux spiralés et d'une ou deux rangées de fibres libériennes.

Ces divers faisceaux partent de faisceaux plus importants, verticaux; ils s'en détachent à angle droit.

Un simple examen de la figure 1 montre que les faisceaux des étamines se détachent dans un certain ordre des faisceaux axiaux; cet ordre est le suivant :

Toutes les étamines qui entourent un ovaire réduit ont leurs faisceaux partant d'un même faisceau axial. D'autre part, de ce faisceau axial part également un faisceau qui aboutit à la base de l'ovaire situé au centre d'un groupe d'étamines.

C'est ainsi que dans la figure 1 il y a 3 faisceaux axiaux envoyant chacun des branches à un des 3 ovaires réduits et aux étamines qui entourent cet ovaire.

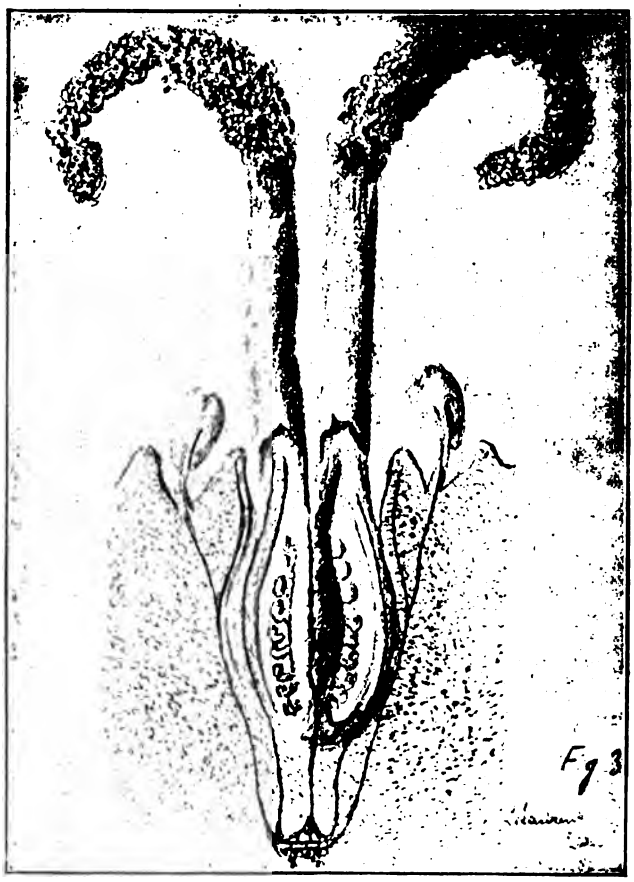


Fig. 3

Fleur femelle isolée de Liquidambar orientale. Elle montre les faisceaux staminaux et ovarien partant tous d'un même faisceau axial.

Il nous est donc permis de penser que l'ovaire réduit et les étamines qui les entourent appartiennent à une même fleur, en un mot que le chaton n'est pas formé de fleurs femelles avortées et de fleurs mâles, mais bien de fleurs hermaphrodites dont le pistil serait plus ou moins avorté.

Il en est de même dans la fleur dite femelle. La figure 3 montre que les faisceaux qui vont aux étamines plus ou moins atrophiées, naissent du même faisceau axial que ceux qui vont à l'ovaire, tant à la cloison qu'aux parois.

Il est donc bien établi actuellement :

Que les fleurs des liquidambars sont des fleurs morphologiquement *hermaphrodites*, mais se différenciant physiologiquement en deux groupes, celles qui constituent certaines inflorescences étant toutes mâles, et celles qui constituent d'autres inflorescences étant, soit femelles, soit hermaphrodites.

Muni des documents précédents, il va nous être facile d'interpréter la coupe représentée dans la figure 4 ; disons mieux, l'interprétation

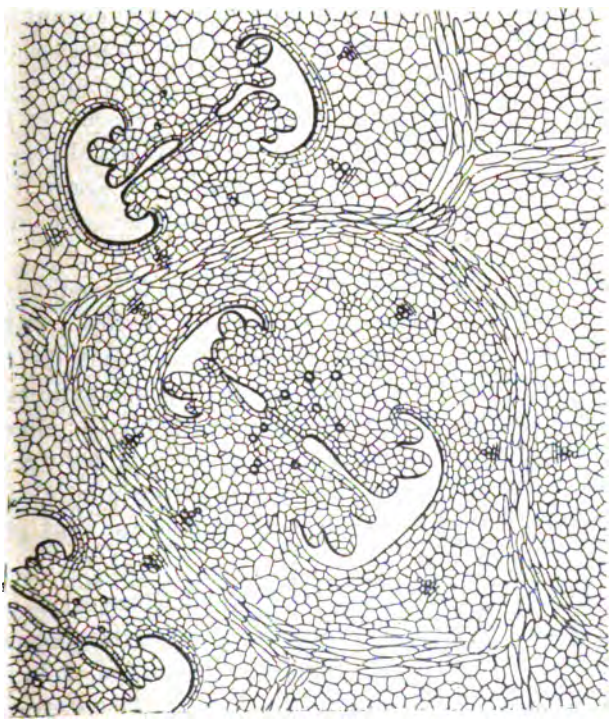


Fig. 4

n perpendiculaire à l'axe d'une inflorescence femelle du Liquidambar orientale. Elle montre que aisceaux liberoligneux staminaux sont orientés par rapport à trois axes qai sont les trois ovaires.

raisonnée de cette coupe, que nous sommes actuellement à même de faire, va nous permettre d'expliquer la structure de l'inflorescence des liquidambars.

Cette figure représente une coupe perpendiculaire à l'axe d'une inflorescence femelle.

On y remarque des cavités et des faisceaux plongés dans le sein d'un tissu, homogène au premier abord.

Les cavités sont groupées deux par deux, elles portent des ovules ; ce sont les ovaires biloculaires des fleurs femelles.

Les faisceaux sont nombreux et groupés sans aucun ordre apparent ; Bien souvent deux faisceaux voisins se regardent par leur liber ; l'orientation du bois et du liber semble donc absolument variable avec chaque faisceau.

Comme il est impossible de trouver un semblant de groupement de ces faisceaux en un seul cylindre central, on est porté tout d'abord à croire à une structure astélique ; mais un examen plus minutieux montre que ces faisceaux sont orientés par rapport à trois axes, les axes des ovaires. Ils ont tous le bois en dedans et le liber en dehors par rapport à ces axes, lesquels sont occupés par quelques vaisseaux isolés. Il suffit d'examiner la figure 3 pour voir que les faisceaux orientés par rapport à l'axe de l'ovaire sont les faisceaux des étamines de la fleur femelle, et que les vaisseaux du centre constituent les faisceaux du placenta et des parois de l'ovaire. Faisceaux et cavités sont plongés dans un tissu homogène, ai-je dit tout à l'heure.

Homogène, pas tant que cela : les cellules qui le constituent sont en effet de trois sortes : les unes, qui bordent les cavités, sont aplaties perpendiculairement à ces cavités ; elles constituent les parois de l'ovaire. Les secondes, également aplaties perpendiculairement à ces cavités, sont beaucoup plus grandes que les premières ; elles forment un cercle tout autour des cavités. Entre elles et les premières se trouvent des cellules polygonales isodiamétriques, et c'est dans le tissu homogène formé par ces dernières cellules que sont plongés les faisceaux staminaux.

La seule interprétation possible de cette structure est la suivante : l'ovaire de chaque fleur est concrescent avec les étamines et avec le périanthe. On a donc un ovaire plus ou moins infère, et la fleur ainsi constituée se soude aux fleurs voisines par la face externe du périanthe. Il découle de ces faits, que l'inflorescence n'est que le résultat de la concrescence des diverses pièces de chaque fleur entre elles et des diverses fleurs les unes avec les autres. La même structure se

reconnaît très facilement dans les inflorescences mâles les plus rapprochées des glomérules femelles et beaucoup plus difficilement dans les inflorescences mâles de l'extrémité du rameau florifère.

Tels sont les faits que l'étude microscopique des inflorescences du *Liquidambar orientale* nous a permis d'observer. En outre de l'importance qu'ils présentent au point de vue de l'évolution des sexes, importance que nous avons fait suffisamment ressortir au début de ce travail pour qu'il soit inutile d'y revenir ici, ces faits vont nous permettre d'étudier le degré de parenté que les Liquidambaracées présentent avec les Platanées et de rechercher la place que ces deux familles semblent devoir occuper dans l'échelle des végétaux.

Les auteurs qui placent les Liquidambars dans les amentacées, ont presque tous reconnu la parenté de ces plantes avec les platanes. C'est ainsi que Le Maout et Decaisne disent : « les Balsamifluées se lient aux platanées et aux hamamélidées que leur adjoint M. Bentham[1]. » Quant à Baillon, il est encore beaucoup plus affirmatif que les auteurs précédents, sur cette parenté des Platanées et des Liquidambaracées. Voici, en effet, ce que dit ce savant: nous considérons les platanes comme représentant le type arborescent le plus réduit des saxifragées et notamment les liquidambaracées[2].

Tel ne paraît pas être l'avis de M. Van Tieghem. L'éminent botaniste du Muséum, place les Liquidambaracées au voisinage des Pipéracées dans le sous-ordre des Piperimées[3], tandis qu'il met les Platanées dans un tout autre sous-ordre, celui des Renonculinées[4], au voisinage des Celastinées et des Rhamnées. En un mot, dans la classification de M. Van Tieghem, les deux familles des Platanées et des Liquidambaracées sont très éloignées l'une de l'autre.

Sans nous arrêter au port presque semblable des arbres des deux familles, à la forme presque identique des feuilles, la comparaison de l'inflorescence et des fleurs des Liquidambars et des Platanes révèle des analogies tellement saisissantes, que nous sommes amenés à nous ranger à l'avis de Baillon. En effet, les inflorescences femelles des Platanes forment des capitules comme les inflorescences femelles des Liquidambars ; comme celles-ci, elles pendent d'un axe commun que termine un jeune rameau ; comme elles, elles sont vernales.

int aux fleurs femelles, elles sont, comme les fleurs femelles des uidambars, pourvues de staminodes pouvant à l'occasion devenir

Lemaout et Decaisne. Loc. cit. p. 533.
H. Baillon, tome 3, p. 400, *Histoire des plantes*.
Elem. de Botanique. Botanique spéciale, 3e édition 1888, p. 396.
Idem, p. 491.

fertiles, et transformant alors les fleurs femelles (au moins les fleurs situées à la base de l'inflorescence) en fleurs hermaphrodites.

Deux différences seules sont à signaler : les capitules femelles des Platanes sont sessiles au lieu d'être pédicellés et les fleurs sont libres au lieu d'être concrescentes entre elles.

Quant aux inflorescences mâles, elles offrent beaucoup de points communs. Nous avons montré, en effet, que l'inflorescence mâle des Liquidambars n'était pas un épi ou un chaton, mais qu'elle était formée d'une série de capitules, dont les premiers sont pédiculés et les autres sessiles. Or, dans les Platanes, nous avons une série de capitules sessiles sur un axe commun. Enfin, rien ne dit que les fleurs mâles des Platanes ne présentent pas des restes d'ovaire ; c'est un point sur lequel nous n'osons pas encore nous prononcer. Mais nous espérons que les études que nous avons entreprises à ce sujet seront assez avancées l'an prochain pour en entretenir le Congrès.

Quoi qu'il en soit, nous ne croyons pas nous avancer beaucoup en disant que la parenté entre les Liquidambaracées et les Platanées est des plus étroites. Or, les Liquidambaracées offrent des rapports très étroits avec les Hamamélidées, ainsi que Clarke et Baillon l'ont démontré ; le premier par l'étude du genre Altingia, le second par celle du genre Bucklandia. D'autre part, ces Hamamelidées elles-mêmes ont des rapports si étroits avec les Saxifragées de A.-L. de Jussieu, que Baillon, avec un sens des affinités vraiment surprenant, élargissant les limites que de Jussieu avait assignées aux Saxifragées, a fait de celles-ci une famille par enchaînement où il place non seulement les Hamamélidées, mais encore les Liquidambaracées. Ces dernières semblent donc, à juste raison, devoir être éloignées des amentacées (d'ailleurs leur inflorescence mâle ne présente, on l'a vu, qu'une fausse apparence de parenté avec celle des amentacées) ; et les Platanées semblent également devoir quitter la place qu'elles occupaient pour suivre leurs proches parentes, les Liquidambaracées, et entrer dans la grande famille par enchaînement des Saxifragées que Baillon a si heureusement créée.

M. Henri COUPIN

Docteur ès-sciences

SUR LA TOXICITÉ DES CHLORURES, BROMURES ET IODURES ALCALINS A L'ÉGARD DES PLANTES [581-2]

— Séance du 5 août —

Les chlorures, bromures et iodures alcalins, formant un ensemble de corps bien homogènes, il était intéressant de chercher leur manière de se comporter à l'égard des végétaux. Dans cette note, je n'envisage que la question de leur toxicité.

Dans le but de connaître cette dernière, on place de jeunes germinations dans des solutions de moins en moins concentrées du poison dans de l'eau distillée. Au bout d'une dizaine de jours, on note les vases où les plantules sont mortes. Cette constatation est parfois difficile à faire lorsqu'on se trouve au voisinage des solutions minima qui tuent et de celles qui ralentissent beaucoup la naissance ; on est alors embarrassé de savoir si la plantule est morte ou si sa croissance est simplement ralentie. Lorsque ce cas se présente, il existe un moyen simple de trancher la question : on retire les plantules de leur solution nocive et on les place dans de l'eau *ordinaire* (non distillée) ou dans une solution nutritive. Les plantules à croissance simplement ralentie se mettent alors à pousser [2].

Dans le tableau ci-dessous, j'ai indiqué pour le Pois, les *Équivalents toxiques* des corps qui nous occupent, c'est-à-dire *leur poids minimum qui, dissout dans 100 parties d'eau, empêche la germination, c'est-à-dire tue la plantule.* Les nombres ont été obtenus la comparaison de plusieurs centaines de cultures *in vitro.*

Travail du laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston nier.

Pour plus de détails sur le Chlorure de sodium, voir : Henri Coupin, *sur la ité du chlorure de sodium et de l'eau de mer à l'égard des végétaux.* (Rev. de botanique, 15 mai 1898).

	SODIUM	POTASSIUM	AMMONIUM
Chlorure	1,2	1,8	1,3
Bromure	0,6	0,125	0,40
Iodure	0,031	0,035	0,33

Voici, maintenant, les équivalents toxiques relatifs au blé :

	SODIUM	POTASSIUM	AMMONIUM
Chlorure	1,8	1,9	1,6
Bromure	1,2	0,1	1
Iodure	0,05	0,05	0,33

Remarquons, accessoirement, que les plantules de Blé mises dans des solutions d'Iodure de sodium à 1/32, 1/64, 1/128, 1/256 et même 1/512 pour 100, ne meurent pas, mais végètent fort mal, jaunissent, se flétrissent en partie, etc. On peut donc dire que ce corps, malgré son Équivalent toxique qui n'est pas extrêmement considérable, est très nuisible à la végétation. Ce fait est intéressant à noter si l'on considère que l'Iodure de sodium est une des impuretés du Nitrate de soude du Chili, si employé aujourd'hui comme engrais, malgré les mauvais résultats qu'il donne parfois et qui sont peut-être dus aux corps étrangers qu'il renferme.

Quoi qu'il en soit de cette question, les deux tableaux précédents concordent pour nous montrer que, *pour le Sodium et le Potassium, aussi bien que pour l'Ammonium, la toxicité des Chlorures, Bromures et Iodures augmente dans le même sens que le poids atomique du métalloïde.*

M. Paul PETIT
Ancien Pharmacien, à Saint-Maur

DIATOMÉES RARES OU PEU CONNUES DES COTES FRANÇAISES DE LA MANCHE ET DE L'OCÉAN ATLANTIQUE [554-57]

— Séance du 8 aout —

En dressant le catalogue qui suit, mon seul but est d'indiquer aux auteurs, qui établiront la Flore des Diatomées de France, les espèces rares ou peu connues que j'ai rencontrées sur nos côtes, avec les localités dans lesquelles je les ai récoltées.

Aux espèces trouvées par moi-même, j'ai pensé qu'il serait bon de joindre un certain nombre de Diatomées, signalées dans le manuscrit de notre illustre compatriote, M. A. de Brébisson, et quelques autres, qui m'ont été envoyées par des correspondants, en ayant soin, naturellement, de toujours indiquer le collecteur.

Cocconeis

C. molesta. Kuetz. Bac. p. 71 ; taf. v : f. 7. 11. 12. — V. H. Syn. pl. xxx ; f. 18. 19.

Var : Crucifera. Grun. in. V. H. l. c. ; f. 22. 23.

Var : amygdalina (de Bréb.) Grud. V. H. l. c. ; f. 5 et 35.

Hab : Granville et le Cap de la Hague.

C. excentrica. Donk, T. M. S. vol. vi ; p. 25 ; pl. iii ; f. 11.

Hab : Dives et sur les côtes de la Manche, où cette espèce est assez rare. Elle a été trouvée pour la première fois par M. de Brebisson, en septembre 1852.

C. splendida. Greg. D. C., p. 493 ; pl. ix : f. 29.

b : Granville, sur les coquillages. A. R.

re ailleurs cette superbe espèce est assez fréquente dans la baie de ville et dans les environs.

Amphora

Grevilleana. Greg. D. C. p. 50 ; pl. v ; f. 89. — A. S. *atlas*, taf. 25 ; 45.

) : Granville, sur le sable vasard. R.

Je n'ai trouvé qu'un seul échantillon de cette rare espèce ; il se rapporte exactement à la f. 44 de A. S. l. c.

A. spectabilis. Greg. D. C. p. 44 ; pl. v ; f. 80.

Hab : Granville, sur le sable vasard. R.

A. cingulata. Clève. West. Ind. Archip. p. 9 ; pl. 3 ; f. 15. — A. S. *atlas*, taf. 26 ; f. 17.

Hab : Petite Sole. N. O. d'Ouessant. R.

J'ai trouvé cette espèce, qui jusqu'ici n'était connue que dans l'Océan Indien et à Mexico, dans des matériaux récoltés par le Dr Leuduger, à la Petite Sole.

A. obtusa. Greg. T. M. S. vol. V. pl. 1 ; f. 34. — A. S. *atlas*. taf. 40 ; f. 4-7.

Hab : Petite Sole. N. O. d'Ouessant. R, Collexit. Dr Leuduger.

A. inflexa. H. L. Smith. Lens vol. II ; p. 78 ; pl. II, f. 16. = *Okedenia inflexa*. Eulenstein. in V. H. Typ. Diat. no 167.

Hab : Arromanche (de Bréb. M. S. S. 1836). — Biarritz (P. Petit, 1880). Iles Chausey (Dr Leuduger, 1881).

Cette espèce critique a été trouvée pour la première fois à Arromanche, par A. de Brébisson, qui la nomma *Amphipleura inflexa*. Le manuscrit de cet auteur renferme une excellente planche à l'aquarelle, représentant cette Diatomée vue à l'œil nu et plusieurs figures à un grossissement de 350 D. Voici la note qui accompagne la planche : « Cette Diatomée se rencontre sur la vase muqueuse, qui recouvre « les rochers marins situés au haut de l'eau. Les plaques brunes « (ocracées), que forme cette espèce, sont d'une teinte plus foncée « que celles du *Frustulia scalaris* (= Nitzchia Sigma. Kuetz. Var : « recta) qui se trouve dans la même station ; elle verdit en séchant ou « bien quand on la met dans l'eau douce. »

C'est dans les mêmes conditions que j'ai retrouvé cette espèce à Biarritz ; elle était de plus dans un état de pureté remarquable. J'ai pu étudier le plasma vivant et, sans aucun doute, elle appartient au genre *Amphora*.

Cependant de Brébisson, avant sa mort, avait envoyé cette Diatomée au Prof. H. L. Smith avec cette indication : « *not an Amphipleura ; the proper genus is Toxonidea.* » (Lens, vol. II, p. 78). La figure donnée dans *The Lens* est très bonne ; celle de Ralfs in Prich. Infus. pl. IV ; f. 31, laisse à désirer.

M. Grunow était d'avis de créer un nouveau genre pour cette espèce, c'est ce que fit Eulenstein, qui la nomma *Okedenia inflexa*.

Dans son sylloge, M. le Prof. G.-B. de Toni sépare par erreur l'*Okedenia inflexa* Eul. de l'*Amphora inflexa*. H. L. Smith.

La meilleure diagnose est celle de M. le Prof. P. T. Clève in Syn. Nav. Diat. : part. II ; p. 131.

A. hyalina. Kuetz. — W. Sm. B. D. vol. I ; p. 19 ; pl. II ; f. 28.

Hab : Courseulles, parc aux huîtres. (de Bréb. M. s. s.)

A. quadrata. (de Bréb.) Kuetz. Sp. Alg. p. 95 — *non* Gregory — *Amph. elegans*. Greg. T. M. S. vol. V ; p. 70 ; pl. I ; f. 30. — A. S. *atlas*, taf. 26 ; f. 5.

Hab : Courseulles, dans les huitrières (de Bréb. M. s. s.) — Ars en Ré, marais salants.

A. subinflata Grun. — A. S. *atlas* taf. 26 ; f. 49.

Hab : Ars en Ré, marais salants. Rare.

Frustules rectangulaires à extrémités largement arrondies ; renflés légèrement vers le milieu, Long. 54 μ ; Larg. 18 à 19 μ passant vers le centre à 21 ou 22 μ . Divisions longitudinales très nombreuses.

A. arenaria. Donk. Q. J. M. S. vol. VI ; p. 31 ; pl. III ; f. 16.

Hab : Dives, sables marins. (de Bréb. M. s. s.)

Navicula

N. formosa. Greg. T. M. S. vol. IV ; p. 42; pl. V ; f. 6.

Hab : Baie d'Ambleteuse (Pas-de-Calais), sur la vase. A. C.

N. liburnica. Grun. in Wien Verhand 1860. p. 547 ; taf. 3 ; fig. 27. — V. H. Syn. p. 102 ; pl. II ; f. 3.

Hab : Dieppe, sur le sable vasard. — La Tramblade, dans les huitrières. A. R.

N subsalina. Donk. var. Fenzlii Grun (= N. Fenzlii Grun.) — V. H. Syn. p. 102 ; pl. II ; f. 9.

Hab : Le Crotoy, sur la vase à l'Embouchure de la Somme. A. R.

N. permagna. (Bail.) Edw. Q. J. M. S. p. 128 ; & T. M. S. vol. XIV ; p. 127 ; pl. 12 ; f. 18-21. — Peragallo. Diat. Mar. de France p. 76 ; pl. X ; f. 8.

Hab : Le Crotoy, eaux saumâtres. A. C.

Cette rare et belle espèce, du nord de l'Amérique, n'avait pas encore été signalée en France, cependant M. Van Heurck l'indique à Anvers.

N. amœna. (Truan) Clève M. s. s. — *Caloneis Kinkeriana*. Clève in Diatomiste I. p. 76 ; pl. XII ; f. 5 et Syn. Nav. Diat p. 65. — *Nav. Kinkeriana* Truan.

Hab : Granville, sur les coquillages. R. R.

Cette belle espèce avait reçu de M. Truan le nom de *N. Kinkeriana*, lorsque déjà M. Pantocsek avait désigné une espèce fossile par le même nom. Pour éviter une confusion, le Prof. Clève proposa le nom *N. amœna*, qu'il abandonne aujourd'hui, ayant fait de l'espèce en question le *Caloneis Kinkeriana*. N'acceptant pas les nouveaux genres créés par le Prof. Clève avec de simples sections du genre Navicula, je conserve le nom *N. amœna*, comme le fait aussi M. Péragallo. (D. M. F. p. 8).

Cette espèce jusqu'ici n'est indiquée que dans la Méditerranée ; Elle a été trouvée à Guernesey. Je n'ai encore pu isoler qu'un seul échantillon dans une récolte que j'ai faite à Granville.

N. lineata. Donk. T. M. S. vol. VI ; p. 32 ; pl. III ; f. 17 — et B. D. p. 8 ; pl. I ; f. 8. — A. S. *atlas* taf. 7 ; f. 44. - Clève. Syn. N. D. part. I, p. 85.
Hab. Granville ; sable vasard. A. R.
Long. 78 μ; larg, 31 μ. Donkin donne les dimensions suivantes : Long. 58 à 88 μ — Largeur 20 à 33 μ.

Cette espèce très rare a été exactement décrite par Donkin, qui en a discuté les affinités et qui a ainsi solidement établi ses caractères distinctifs.

Le Prof. G. B. de Toni, dans son sylloge, ne parle pas du *N. lineata*. D'autre part le Prof. Clève syn. N. D. rapporte à cette espèce le *N. adriatica* Grun. C'est par erreur, car l'espèce de Grunow ne possède pas d'area centrale, tandis que Donkin, l. c. p. 32 dit : « *Median line* « *broad and bounded on either side by a narrow rectilinear, trans-* « *parent line* » ; or ce caractère n'existe pas chez le *N. adriatica*.

Les échantillons de Granville s'accordent entièrement avec la fig. 44, taf. 7 de A. S. *atlas*.
N. multicostata, Grun. Wien Verhand 1860, p. 524 ; taf, I ; f. 13. — A. S. *atlas* taf. 11 ; f. 14-29 et taf. 12 ; f, 71, 72.
Hab : Cap de la Hague, sur le sable vasard. A. R.
Cette belle espèce n'avait encore été trouvée que dans la Méditerranée.
N. longa (Greg.) Ralfs in Pritch. Infus. — Donk. B. D. p. 55 ; pl. VIII ; f. 3. — Clève Syn N. D. part. II ; p. 27.
Hab : Cap de la Hague, sable vasard. A. R.
N. glacialis Clève, 1873. — A. S. *atlas* taf. VI ; f. 39 ! — Clève syn. N. D. part. II ; p. 49 ; pl. I ; f 28.
Var : elongata. v. n. —A. S. *atlas* taf VI ; f. 31 à 33. exclusivement.
Valvis elliptico-lanceolatis, long. 65-102 μ — lat. 29-31 μ, apicibus obtusis subpolis leniter contractis ; rhaphe recta, zona hyalina angusta cincta ; area centrali orbiculata levi ; striis transversis punctatis radiantibus 12 à 13 in 10 μ. *rhaphen non attengentibus ;* punctis in lineas longitudinales undulatas et irregulares ordinatis.
Hab : La Cayenne de Seudre (près Marennes) et la Tremblade dans les huîtrières. = Petite sole. N. O. d'Ouessant (Collexit Dr Leuduger).
Cette variété diffère du type par ses valves plus étroites et plus allongées ; par ses extrémités moins arrondies et légèrement contractées ; les autres caractères concordent avec le type. On ne peut pas rapporter cette forme au *Nav. brasiliensis* Grun, car chez ce dernier *les stries transversales atteignent le rhaphé.*
N. Latissima. Greg. T. M. S. vol. IV ; p. 40 ; pl. v ; f. 4. — Donk, B. D. p. 17 ; pl. 3 ; f. 2.
Hab : Tréguier, dans les huîtrières. A. R.
N. Sandriana. Grun. Wien Verhand. 1863. p. 153 ; taf. 13 ; f. 5. — A. S. *atlas* taf. 70 ; f. 45. — Clève, Syn. N D. part. II ; p. 59.
Hab : Tréguier, dans les huîtrières. (collex. Dr Leuduger, 1877.) R. R.

Mastogloia

M. angulata. Lewis 1860. New a. rare Spec. of. U. S. 1861, p. 7; pl. II; f. 4.

Hab : Fosse de Cap Breton, Golfe de Gascogne.

Cette espèce a été trouvée dans les sondages du *Travailleur*. Lewis l'avait rencontrée à New Jersey mélangée au *M. apiculata* W. Sm., avec lequel il ne faut pas la confondre, comme le font certains auteurs. Chez le *M. angulata*. Lew. les valves sont plus largement elliptiques; les logettes marginales sont larges et *inégales*; enfin les stries transversales sont formées par des punctuations bien marquées et *décussées*.

M. apiculata. W. Sm. B. D. vol. II ; p. 65 ; pl. 62 ; f. 387.

Hab : Granville, sur les rochers.

M. exigua. Lewis 1861, l. c. p. 7 ; pl. II ; f. 5.

Hab : Rochers de la Pointe de Carolles (Granville).

Cette espèce se rencontre sur les Côtes Françaises en plusieurs autres endroits.

J'ai pu étudier le plasma vivant de ces deux dernières espèces. Il existe *deux* chromatophores lamelleux, comme chez toutes les naviculées, reposant par le milieux sur les zônes. La figure donnée par M. le Prof. P. T. Clève (Syn. N. D. p. 142) n'est pas exacte, elle a été prise sur un plasma altéré par l'alcool et certainement mort.

Amphiprora

A. alata Kuetz. Bac. p. 107; taf. III ; f. LXIII. — W. Sm. B. D. pl. 15 ; f. 124. — V. H. Syn. p. 121 ; pl. 22 ; f. 11. 12.

Hab : Cap de la Hague, dans les eaux saumâtres. A. C.

Cette espèce, assez rare sur nos côtes, avait été indiquée par Kuetzing (Sp. p. 93) sur les rivages du Calvados ; elle provenait sans doute des récoltes de A. de Brébisson.

Long. des valves 76 à 138 μ. — Larg. 27 à 31 μ. — Stries des valves 13 à 14 dans 10 μ ; stries des carènes 20 à 22 dans 10 μ.

A. plicata. Greg. D. C. p. 33 ; pl. XII ; f. 57.

Hab : Cap de la Hague, eaux saumâtres. A. R.

A. elegans. W. Sm. B. D. vol. II ; p. 90. — Greg. D. C. p. 505 ; pl. XII ; f. 58 et 58 b.

Hab : Ars en Ré, marais salants. R.

Nitzschia

N. Petitiana. Grun. in Clève et Grunow Arct. Diat. p. 104. — V. H. Syn. p. 177 ; pl. 62 , f. 6.

Hab : Le Crotoy (Baie de Somme) sur la vase. R.

J'ai trouvé cette espèce pour la première fois au Crotoy en 1877, elle était nouvelle et elle a été nommée par M. Grunow, à qui je l'avais communiquée, attendu que je ne pouvais la déterminer et la nommer.

Surirella

S. eximia Grev. Q. J. M. S. 1857 p. 10 ; pl. III ; f. 6.

Var. — Weissflog in A. S. *atlas* taf. 205 ; f. 12.

Hab : Cap de la Hague. sur le sable vasard. R.

Cette variété, figurée sans nom et rapportée par Eulenstein au *S. eximia*, provenait des îles Sandwich. Elle a pour mesures : Long. 100 μ.— Larg. 27μ.

S. Lorenziana. Grun. Wien Verhand 1862 p. 462 ; t. XI ; f. 9.

Var : Schmidtii. Witt. in A. S. *atlas*. taf. 5 ; f. 2. (= *Sur. Lorenziana* var. *australis* Witt. Jour. Mus. Godef. IV ; t. 15 ; f. 3).

Hab : Cap de la Hague. sur le sable vasard. A. R.

Campylodiscus

C. eximius. Greg. D. C. p. 31 ; pl. III ; f. 54.

Hab : Cap de la Hague. Eaux Saumâtres. A. R.

C. Echeneis Ehr. Abh. 1840. — A. S. *atlas* t. 54 ; f. 3.-6.

Hab : Dunkerque, Canal de la Cunette. A. C.

C. décorus de Bréb. Diat. Cherb. p. 13. f. 2. — V. H. Syn pl. 75 f. 3.

Hab : Granville, sur les Coquillages. A. C.

Asterionella

A. glacialis. Castr. Diat. Challeng. p. 50 ; pl. XIV ; f. 3.

Hab : Villers sur Mer (Calvados) (Collex : Schlumberger).

Cette très rare espèce m'a été envoyée par M. Schlumberger, qui l'avait récoltée après une tempête ; le sable en était couvert, ce qui lui donnait une teinte de rouille. L'A. glacialis est pélagique. J'ai pu l'étudier vivante et en bon état. J'ai constaté que les frustules possèdent deux lames de Chromatophores appliquées par le milieu sur la partie inférieure et élargie des valves ; par conséquent le genre *Asterionella* appartient à la tribu des *Synedrées*.

Cette espèce se distingue par ses valves, *qui ne sont pas dilatées à la partie supérieure*. Le Comte Castracane. l. c. en a donné une excellente figure.

Cymatosira

C. belgica Grun in V. H. Syn. p. 157 ; pl. XLV ; f. 38 à 41.

Hab : Le Crotoy, baie de Somme, sur les œufs vides de Buxin.

J'ai rencontré pour la première fois cette petite espèce en 1880 sur la plage de Blankenberghe (Belgique). Ne pouvant pas, malgré des recherches sérieuses, arriver à la déterminer, je l'avais envoyée à M. Van Heurck, pensant qu'il devait la connaître. Ce dernier la communiqua à M. Grunow qui en fit une espèce nouvelle ; elle fut publiée dans la Synopsis des Diatomées de Belgique.

Jusqu'ici je n'avais pas eu l'occasion d'indiquer le curieux habitat du *Cymatosira belgica*, que j'ai trouvé à Blankenberghe et au Crotoy *sur les Œufs vides de Buxins*.

Licmophora

L. flabellata (Camich) Ag. Compectus p. 41. — *L. splendida* W. Sm. B. D. vol. I, p. 85 ; pl. 26 ; f. 233.

Hab : Yport, sur les Algues. A. C. (Collex : Mlle R. Maugeret).

Cette superbe espèce, qui est rare ailleurs, recouvre complètement les algues de la Côte à Yport.

Striatella

S. unipunctata. (Lyngb.) Ag. Conspectus p. 61. — W. Sm. B. D. vol. II ; p. 37 ; pl. 39 ; f. 307.

Hab : Guérande et Ars en Ré, marais salants et assez répandue sur la Côte française.

Cette espèce n'est pas rare, je la cite uniquement parce qu'il est assez curieux de la rencontrer en abondance dans les eaux sursaturées de Chlorure de sodium.

J'ai aussi à faire remarquer que cette diatomée a été très mal dénommée, attendu que son endochrôme est constitué par des granules disposés en lignes rayonnant du centre et formant une étoile élégante dans les frustules rectangulaires.

C'est seulement lorsque la Diatomée s'altère ou se dessèche que le plasma et les chromatophores granuleux s'agglomèrent autour du noyau, sous la forme d'une petite sphère brunâtre, d'où l'origine du nom spécifique injustifié : *unipunctata*.

S. delicatula. (Kuetz.) Grun. in V. H Syn. p. 165 ; pl. 54 : f. 5 et 6.

Hab : Quiberon, sur les algues. (Collex. Mlle R. Maugeret).

Cette belle petite espèce recouvre de ses chaînes délicates les algues attachées aux rochers.

Biddulphia

B. mobiliensis. (Bail.) Grun. Franz. Jos. Land. Diat. p. 7. — V. H. Syn. pl. 101 ; f. 4-6.

Hab : Le Crotoy. Eaux saumâtres. A. C.

B. Rhumbus. W. Sm. B. D. vol. II ; p. 49; pl. 45; f. 320.

Hab : Dunkerque, Canal de la Cunette. A. C.

Triceratium

T. alternans. Bail. Microsc. Observ. p. 40 et Sond. f. 55. — W. Sm. B. D. vol. I; p. 26 ; pl.V ; f. 44 ; suppl. pl. XXX, f. 44.

Hab : Baie d'Ambleteuse, cap de la Hague; Granville sur la vase.

Cette espèce du Nord de l'Amérique est assez répandue sur nos côtes.

Eucampia

E. Zodiacus. Ehr. Kreideth. p. 71. — W. Sm. B. D. vol. II ; p. 25; pl. 60; f. 299. — V. H. Syn. p. 203 ; pl. 95 ; f. 17 et 18.

Hab : Iles Glénan, le Havre; Granville. A. R.

Cette espèce est pélagique et ne se rencontre que rarement sur le littoral.

Actinocyclus

A. Ralfsii. (W. Sm.) Ralfs in Pritch Infus. p. 835; pl. V ; f. 84. —*Eupodiscus Ralfsii* W. Sm. B. D. vol. II ; p. 86. — V. H. Syn. p. 215 ; pl. 123 ; f. 6. A. C.

Hab : Cap de la Hague ; Baie de Nacqueville ; Huîtrières de Tréguier et Cherbourg. (De Brébisson).

Cette belle espèce semble assez répandue sur les Côtes de la Manche ; elle est plus rare sur les bords de l'Océan.

A. Roperii (de Bréb.) Kitton in Bull. soc. Bel. micr. 1878, p. 30. — Ratr. Révis. of. Actinocyclus 1890. p. 194. — *Eupodiscus Roperii*, de Bréb. in J. Micr. Club. 1870 p. 41. — *Coscinodiscus? ovalis*. Roper in Q. J. M. S. 1858 p. 22 ; pl. 3 ; f. 4. — Ralfs in Pritch. Infus. p. 831 ; pl. 5 ; f. 78.

Hab : Littoral du Calvodos (de Brébisson). — Vimereux (Professeur Alf. Giard).

Cette Diatomée m'a été envoyée par M. le Prof. Giard, qui l'avait récoltée à l'état de pureté. Il paraît qu'elle se maintient depuis plusieurs années dans la même localité, où elle est très abondante.

Asteromphalus

A. flabellatus (de Bréb.) Grev. Q. J. M. S. 1859 p. 160 ; pl. 7 ; f. 4.

Hab : La Rochelle, sur les coquillages. R. R.

Je n'ai rencontré cette espèce qu'une seule fois dans mes récoltes ; cependant j'en ai trouvé un fragment au Cap de la Hague.

M. Edmond GAIN

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Nancy

SUR DEUX CAS SPÉCIAUX DE TRICOTYLIE CHEZ LE PHASEOLUS

[581-2]

— Séance du 11 août —

On sait que la tricotylie est relativement fréquente chez les Dicotylédones. Jünger [1], qui a fait une étude spéciale de cette question, l'a enregistrée dans 49 genres appartenant aux familles les plus diverses de Dialypétales, Gamopétales et Apétales.

Les Légumineuses [2] et surtout les Papilionacées, possèdent fréquemment cette anomalie. D'après mes observations certaines variétés peuvent la présenter d'une façon constante, et dans des proportions jusqu'ici peu soupçonnées.

Au cours de recherches spéciales sur la germination de nombreuses graines de diverses papilionacées, j'ai vu plusieurs cas de tricotylie très isolés. Mais, une variété de Phaseolus cultivé (haricot beurre

1. Junger. — Jahresbericht des schles. Ges. f. vaterl. Cult. t. 46. p. 137. — 1868.
2. D. O. Penzig. — Pflanzen-Teratologie.
3. L'étude anatomique détaillée de la tricotylie constante de ces Phaseolus sera prochainement publiée.

nain du Mont-Dore) m'a fourni le sujet d'une étude détaillée de la tricotylie[2]. J'ai reconnu, en effet, dans des graines provenant de huit sources très différentes (Paris, Nancy...) que toujours cette variété fournissait beaucoup de cas de tricotylie. Mes nombreuses expériences d'essai m'ont donné de 18 à 80 graines tricotylées sur 1000 graines vendues pour semences. La moyenne finale obtenue est de 57 pour 1000. Si on sépare les séries d'expériences se rapportant à des lots de graines de même origine on constate qu'il est très rare qu'on ne trouve que 20 cas tricotylés sur 1000, quand on fait un examen très minutieux de toutes les graines.

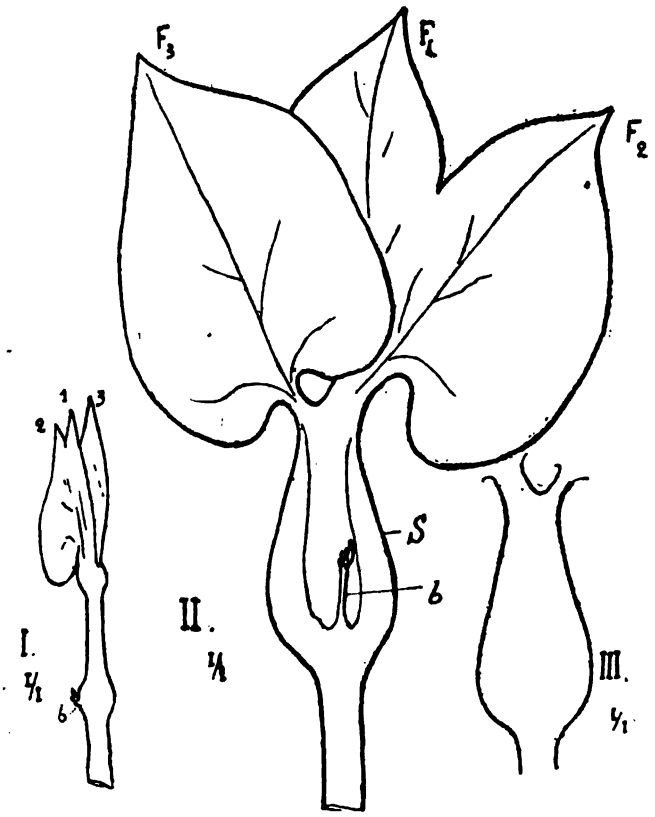


Fig. 1

La présente note[1] se rapporte à deux cas spéciaux de tricotylie entraînant la production de monstruosités rares.

1. Cette note est extraite d'une communication verbale faite à la Réunion biologique de Nancy (25 mars 1898).

I. Organe spécial terminal (*fig.* I, II, III)

Une germination présentant trois cotylédons fut repiquée dans un pot et son développement morphologique se poursuivit pendant deux mois environ.

La partie aérienne de la plante atteignit une taille d'environ quatorze centimètres. La tige non ramifiée fut stérile, tandis que les plantules ordinaires tricotylées sont bien ramifiées et fécondes.

L'axe hypocotylé avait un développement normal, et, au-dessus des cotylédons épigés, le premier entre-nœud avait une longueur de quatre centimètres.

La tige était là surmontée par une partie très dilatée formée par la soudure des pétioles de trois feuilles insérées au même niveau. Ces feuilles constituent un verticille de trois feuilles qui sont séparées chez les plantules tricotylées normales.

De la soudure des trois pétioles et de leurs renflements moteurs, résultait un organe spécial très charnu, convexe sur son pourtour sauf sur un côté où l'on remarquait une petite excavation. Un bourgeon très miniscule, rejeté latéralement au bas et en dehors de l'excavation, représentait seul le bourgeon terminal.

Tandis que les feuilles se développaient. et atteignaient leurs dimensions normales, le bourgeon restait à l'état de sommeil, sans croissance aucune.

Comme il arrive fréquemment dans les cas de tricotylie deux des feuilles du verticille contractaient une adhérence partielle du limbe qui ne nuisait pas à leur accroissement.

Ce n'est que très tard, alors que les feuilles avaient depuis longtemps terminé leur croissance, que le bourgeon latéral unique se développa pour donner une petite pousse qui n'atteignit pas un centimètre et avorta.

Il est visible que le verticille des trois feuilles soudées en un organe terminal, usurpa la place du bourgeon terminal théorique et s'accrut à sa place.

C'est seulement au moment du dépérissement des feuilles jaunissantes, que le bourgeon, en quelque sorte adventif, put profiter de l'apport des matériaux de croissance vers le sommet. Mais comme, à cette époque, la vie de la plante était presque terminée, le bourgeon ne devait avoir qu'une capacité de croissance limitée.

En somme, la stérilité de la plante fut la conséquence de l'anomalie de structure du verticille foliaire immédiatement placé au-dessus du premier entre nœud. On voit ici une vérification nouvelle de l'anta-

gonisme entre la genèse et la croissance : Quand un organe prend une importance exagérée l'un des premiers résultats physiologiques de cette hypertrophie est l'arrêt de la reproduction sexuée. L'organe monstrueux a fonctionné comme une sorte de parasite qui a dérivé à son profit les principes nourriciers destinés au bourgeon terminal.

De son côté la tricotylie ordinaire n'est pas une cause de stérilité pour les Phaseolus, ainsi que je l'ai vérifié après plusieurs auteurs. Il faut cependant remarquer que l'anomalie du verticille foliaire concrescent a été constatée par nous sur deux plantes seulement, et toutes deux tricotylées. Il est évident que la présence de trois feuilles au lieu de deux, sur un point de la tige, favorise beaucoup la soudure.

Indirectement on voit donc que c'est probablement le cas de tricotyliée, qui amène la production facile de l'organe spécial qui par son existence entraîne la stérilité.

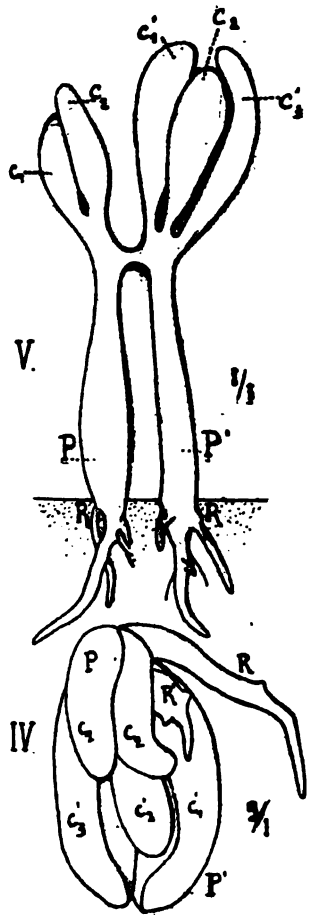


Fig. 2

II. Polyembryonie et tricotylie
(fig. IV et V)

Un seul cas de l'anomalie ci-dessous décrite, a été observé. Extérieurement la graine avait un tégument normal présentant seulement une bosse peu accentuée indiquant une organisation asymétrique.

Après trois jours de germination le tégument de la graine étant fendu on apercevait une structure anormale où l'on reconnaissait deux radicules et cinq cotylédons.

Deux jours après deux plantules étaient très distinctes. L'une (Plantule P) était pourvue de 2 cotylédons de petites dimensions (6 millimètres de longueur sur 4 de largeur) ; son axe hypocotylé et la racine atteignaient ensemble 11 millimètres ; sa gemmule restait abritée entre les deux cotylédons.

L'autre (Plantule P') possédait trois cotylédons ayant les dimensions suivantes : 14 mill./7 13/7 10/3. La gemmule était placée au centre des trois cotylédons qui s'inséraient

en un verticille. La partie hypocotylée était courte (4 millimètres). Une adhérence existait entre les deux plantules. Cette soudure était voisine et au-dessous de l'insertion des cotylédons.

Après avoir disposé la germination sur une terre fine arrosée de Liqueur de Knop on la repiquait dans un pot. Les deux plantules prirent des racines et se fixèrent séparément et côte à côte.

Après six jours, la germination double se présentait de la façon suivante : Deux axes hypocotylés étaient dressés parallèlement. L'un de 18 millimètres de hauteur, sur 5 de diamètre au milieu, supportait les deux cotylédons épanouis, et laissant voir les deux premières feuilles épicotylées. L'autre de 20 millimètres sur 3, portait un verticille de trois feuilles au-dessus du premier entre nœud.

Les deux plantules étaient réunies en haut des axes hypocotylés par un tissu aplati de 2 mill. 5 de largeur sur 1 d'épaisseur, analogue extérieurement, comme aspect, au pétiole d'un cotylédon.

Par suite de l'invasion d'un champignon (Colletotrichum Lindemuthianum Br et C.) la base de la tige de la plante P périt bientôt. Je sectionnais son axe hypocotylé à 1 millimètre au-dessous du tissu d'union avec la plantule P′. Après 2 jours la partie épicotylée de P se flétrit, indice certain que la plantule P′ ne pouvait pas suffire à la nourrir. Le tissu d'union qui réalisait une soudure épaisse, ayant été étudié au point de vue anatomique, on vit qu'il ne présentait aucun vaisseau passant d'une plante à l'aure. Il était composé de cellules semblables aux cellules parenchymateuses de l'écorce des deux axes hypocotylés, et l'épiderme se continuait sans trace aucune de soudure par greffe.

Il y a lieu d'admettre que l'existence de la soudure des plantules a dû être très précoce. La polyembryonie ordinaire est fréquente chez les Légumineuses.

C'est chez les Mimosées (Mimosa Denharti, Schrankia uncinata) qu'elle a été d'abord signalée, et on admet qu'elle est due à la fécondation et au développement simultanés de l'oosphère et de l'une des synergides. Ce qui donne deux œufs et deux embryons pour la même graine. Chez ces plantes un seul des embryons atteint toutefois sa dimension normale, l'autre tantôt disparaît (M. Denharti) tantôt se soude aux flancs de l'embryon prédominant et devient plus tard pour lui une simple réserve alimentaire (Schrankia). Depuis quelques années on a signalé[1] chez les Cœsalpinieers et chez les Papilionacées de nombreux cas semblables de polyembryonie et plusieurs fois on a reconnu que les deux embryons étaient viables et adhérents.

1. D. O. Penzig Pflanzen Teratologie.

Le Phaseolus anormal qui est décrit ici rentre dans cette dernière catégorie et il est vraisemblable que là aussi l'oosphère et une synergide ont donné deux ébauches embryonnaires qui, s'étant accolées primitivement, ont conservé ultérieurement une zone commune. Chaque embryon aurait évolué pour son propre compte et l'un d'eux aurait acquis la structure anormale tricotylée si fréquente dans cette variété de Phaseolus.

En résumé, ce cas tératologique est caractérisé :

1° Par la présence de deux embryons dans le même sac embryonnaire ;

2° Par la soudure partielle durable de ces deux embryons viables :

3° Par la structure trimère de l'un des embryons qui développait une tige à structure trimère, tandis que l'autre possédait la structure dimère normale.

On voit par ce cas spécial de tricotylie, que le phénomène de la tricotylie n'est pas un caractère de race naturelle chez ce Phaseolus, puisque le sac embryonnaire peut fournir à la fois les plantules dicotylées et tricotylées. Il semble cependant que la fréquence plus ou moins grande et relativement constante, des cas de tricotylie chez une espèce, indique pour certaines espèces, qu'il y a une tendance bien accentuée à produire naturellement cette anomalie.

Or, on n'a pas encore signalé de monstres doubles provenant d'un seul sac embryonnaire et présentant deux ou trois plantes tricotyles. Cette remarque nous a amené à l'hypothèse suivante en ce qui concerne la cause de la tricotylie.

Si la différence n'est pas grande entre les synergides et l'oosphère chez les Dicotylédones, il faut cependant admettre que le cas normal c'est qu'une seule de ces cellules est fécondée. Dans les observations détaillées sur la fécondation de cette cellule, on a même reconnu que sa situation et sa forme différencient ordinairement l'oosphère d'avec les synergides.

La dicotylie étant également la règle chez les Dicotylédones, on peut admettre vraisemblablement que dans les cas de Polyembryonie compliquée d'une tricotylie, c'est la synergide qui fournit cette der-
re anomalie.

ur le cas par exemple signalé ci-dessus, l'embryon dicotyle
nal proviendrait de l'oosphère, et l'embryon tricotyle serait l'em-
n adventif provenant sans doute d'une synergide fécondée acci-
ellement.

la expliquerait pourquoi l'on n'a pas encore trouvé deux ou trois
tules tricotyles dans le même sac embryonnaire dans les cas de

monstres doubles ou triples : l'oosphère dans ce cas-là étant naturellement l'une des cellules fécondées, et produisant une plantule normale dicotyle. Dans une dicotylédone fécondée normalement, les synergides doivent rester inactives. Si l'une d'elles est fécondée c'est une anomalie ; il en résulte qu'on peut très bien admettre que cette synergide va évoluer normalement, suivant un mode qui ne sera pas le mode d'évolution habituel qui caractérise l'embryon provenant de l'oosphère.

La tricotylie s'expliquerait donc de la façon suivante : dans le sac embryonnaire quand accidentellement la synergide est fécondée il y a production d'un embryon anormal tricotyle. Dans ce cas particulier l'oosphère elle-même peut être fécondée et donner un embryon viable qui est dicotyle. Il arrive sans doute que l'oosphère fécondée n'évolue pas longtemps ou même pas du tout.

Dans ce dernier cas la synergide évoluant comme d'habitude donne une plantule tricotylée qui occupe seule toute la graine.

La polyembryonie est considérée comme fréquente chez les légumineuses, et cette théorie acquiert de ce fait une grande vraisemblance.

Dans le cas où accidentellement une seule synergide est fécondée avant l'oosphère, rien n'empêche d'ailleurs d'admettre que peut être celle-ci n'est pas même fécondée à son tour.

Il reste alors à s'expliquer pourquoi la synergide donnerait toujours une plantule tricotylée.

A ce sujet on peut dire qu'il y a eu un moment de l'évolution des Angiospermes où peut-être les synergides fonctionnaient au même titre que l'oosphère. A l'époque où les synergides ont cessé leur rôle fonctionnel il est très possible que les embryons possédaient régulièrement plus de deux cotylédons, comme on l'observe encore chez les Gynospermes.

Il en résulterait donc qu'une synergide entrant actuellement en fonction, reproduirait simplement une évolution anciennement accomplie ; celle-ci ne nous paraît irrégulière que parce que l'oosphère elle-même a modifié son évolution depuis l'époque où les synergides ont cessé de fonctionner.

Si cette hypothèse était admise la tricotylie aurait donc pour cause un retour atavique à un type ancestral. Cela expliquerait l'irrégularité de son apparition et sa fréquence relative dans tant de groupes de Dicotylédones de types si divers. (Apétales, Dialypétales et Gamopétales).

Cette conception n'est évidemment jusqu'ici qu'une pure hypothèse,

mais il ne semble pas impossible d'en constater l'exactitude ou l'inexactitude partielle. Possédant une race de plantes presque toujours tricotylées, on pourrait certainement étudier anatomiquement, par des coupes nombreuses d'ovules, pendant la période de fécondation, si oui ou non c'est la synergide qui évolue en plante tricotylée.

M. Edmond GAIN

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Nancy

L'ANTHRACNOSE DES PHASEOLUS : VALEUR AGRONOMIQUE DES SEMENCES DE PHASEOLUS ATTAQUÉES PAR « COLLETOTRICHUM LINDEMUTHIANUM » BR. ET C. [632]

— Séance du 8 août —

Le *Colletotrichum Lindemuthianum* est un champignon parasite qui presque inconnu il y a vingt ans a pris une telle extension que ses ravages actuels sont signalés comme très importants en Angleterre, en Allemagne, aux Etats-Unis et depuis peu en France.

Je l'ai reconnu dans plus de vingt variétés de semences de haricots cultivés. La maladie est communément appelée chancre du haricot ou anthracnose. Elle se manifeste sur les gousses et sur les tiges.

Dans certains essais, j'ai trouvé de 5 à 18 p. 100 de graines attaquées dans des lots de semences du commerce d'origines très diverses (haricot beurré nain du Mont-Dore).

Dans des cultures expérimentales de ce Phaseolus, en 1897, l'anthracnose ayant attaqué les plants, on a obtenu comme récolte, dans deux carrés, seulement 9 fois 1/2 et 8 fois la semence, alors que sans ce parasite on devait obtenir 100 à 120 fois la semence. On voit que ommage est très accentué. Un intérêt particulier s'attache donc à ude de ce champignon, et aux moyens de le combattre.

Cette note est relative aux graines qui ont elles-mêmes subi l'insion du parasite au moment de leur développement dans les gousses alades.

Les recherches faites à ce sujet m'ont amené aux conclusions suites :

Les graines attaquées ont une densité moindre. La valeur de cette dépréciation atteint en moyenne 3 à 5 pour 100 de la densité normale pour les graines bien développées. Une certaine proportion des graines a perdu le pouvoir germinatif. La propagation de la maladie se fait facilement par l'intermédiaire des graines envahies ou par l'intermédiaire du sol.

Influence du Colletotrichum Lindemuthianum Br et C. parasite des graines de Phaseolus.
N° 1. Culture de 20 graines de haricot anthracnosées.
N° 2. Culture de 20 graines saines, triées à la main.

Dans des expériences en pots sur des sols stérilisés à l'autoclave, il a suffi d'ajouter ensuite sur ces sols quelques grammes de terre renfermant les spores du champignon pour que 80 à 90 p. 100 des *graines saines* semées ensuite, produisent des plants malades qui souvent périssent attaqués à la base de la tige.

Dans d'autres expériences faites comparativement, sur deux sols ordinaires, en employant des graines attaquées et des graines saines, les résultats ont été identiques. Les graines saines se développent bien. Les graines attaquées donnent les proportions suivantes :

Graines sans pouvoir germinatif, 10 p. 100.

Graines germées non viables, 10 p. 100.

Plantes à cotylédons atteints mais viables, 36 p. 100.

Plantes à cotylédons intacts et dont le tégument de la graine était atteint, 40 p. 100.

Si ces graines germent dans un pot, bientôt les plantes des deux

derniers groupes subissent une invasion spéciale de la tige par l'intermédiaire des spores disséminées dans le sol. De sorte qu'en définitive aucune de ces plantes ne résiste à la maladie. (Voir la figure ci-jointe).

Mes expériences sur le terrain ont donné des résultats analogues. On comprend que toute graine qui apporte avec elle le parasite, inocule ainsi le sol avec les nombreuses spores qu'elle développe et qui sont bientôt disséminées.

On a essayé parfois avec succès la bouillie bordelaise appliquée sur les plants âgés de trois semaines, mais celle-ci n'a qu'un effet temporaire ; elle ne peut désinfecter le sol riche en spores qui peuvent bientôt envahir à nouveau les plantes.

On voit que le seul moyen efficace consiste dans un triage attentif des graines pour semences. Avec une certaine pratique ce triage peut exclure totalement les graines dangereuses. Son seul et faible inconvénient, c'est que les graines triées et considérées comme atteintes par la maladie comprennent jusqu'à 40 p. 100 de graines non dangereuses, portant des traces du parasite sur le tégument et incapables de développer les spores. Les graines qui ont leurs cotylédons atteints développent seules les fructifications du colletotrichum, au-dessous du tégument de la graine. En résumé, dans les conditions ordinaires, les cultures dont les graines sont envahies ne devraient pas fournir de graines pour semences. Le triage alors serait réduit et très efficace pour enrayer l'extension d'un fléau qui cause déjà de si grands dommages.

M. KIEFFER

Directeur-adjoint du Jardin botanique de Marseille

NOTE SUR QUELQUES CAREX DE PROVENCE

— Séance du 11 août —

Honoré Roux a été pendant quarante ans le représentant le plus ...risé de la botanique systématique à Marseille. Il a été en correspondance avec les plus notables botanistes de la France et de l'Étran-... Il a dressé un catalogue des plantes de la Provence, édité par la

Société d'Horticulture et de botanique de Marseille, et qui, venant compléter et rectifier les catalogues antérieurs, est devenu, dès son apparition, l'ouvrage classique de tous ceux qui s'occupent de la flore provençale. Enfin il a formé un herbier considérable pour servir de preuve et de justification au texte du catalogue.

Cet herbier précieux menaçait de se perdre entre les mains d'héritiers négligents, lorsque la Ville de Marseille s'est décidée naguère à en faire l'acquisition.

Cette mesure était indispensable. Tout catalogue qui n'est pas appuyé sur le témoignage indiscutable d'un herbier reste éternellement exposé aux soupçons d'inexactitude, ou de fantaisie.

Qui ne sait d'ailleurs combien l'accord entre les herbiers et les catalogues ou flores ordinaires est chose rare?

Est-il besoin de rappeler qu'il n'existe même pas d'une façon complète dans l'œuvre de Linné lui-même ?

Mais sans chercher si loin, c'est ce manque d'accord qui enlève une notable partie de sa valeur à la Flore du Gard de Pouzolz, dans l'herbier duquel Loret a relevé de graves erreurs.

C'est au contraire cet accord rigoureux qui donne à la Flore de l'Hérault de Loret et Barrandon sa solide autorité.

Le catalogue de Castagne était peu à peu tombé dans le discrédit, parce que lui non plus ne s'appuyait pas sur un herbier d'une authenticité incontestable ; et le même malheur menaçait celui d'Honoré Roux, le jour où ses rares disciples et les témoins de ses herborisations consciencieuses auraient disparu.

La libéralité de la ville de Marseille est venue conjurer à temps ce danger, en mettant l'herbier de Roux à la disposition des botanistes.

Nous avons eu la curiosité de le consulter pour la section des Cyperacées et en particulier pour les Carex.

Depuis longtemps certaines indications du catalogue nous avaient inspiré des doutes sérieux, que nous étions impatient de contrôler, en examinant les échantillons de l'herbier. Or, comme on le verra, cet examen fut loin d'être inutile; non seulement il confirma nos doutes, mais il nous mit en présence d'erreurs si graves qu'on avait peine à les admettre de la part d'un botaniste si éminent.

Nous allons en consigner quelques exemples, en conservant aux espèces mentionnées l'ordre et les numéros du Catalogue Roux.

2.800. Carex pulicaris. « Marseille, lieux frais et humides ; « d'après Castagne. » Roux ajoute : « Nous n'avons jamais pu trou- « ver cette plante, malgré toutes nos recherches. »

Cette indication constitue une véritable hérésie. Le C. pulicaris est

une plante silicicole affectée du signe *ss* par Contejean et Magnin, alors que la station marseillaise ne comporte que des terrains calcaires. Mais ce qui est bien plus grave, ce carex n'habite que les tourbières froides des montagnes, dans la région moyenne de la France.

Dans le Gard, Pouzolz l'indique dans les tourbières de la chaîne de l'Espérou et de l'Aigual. Dans l'Hérault, Loret et Barrandon la citent à la Salvetat et au Caroux, et toujours dans les tourbières. Nous-mêmes nous l'avons à mainte reprise cueilli dans les prés tourbeux et glacés de l'Yzerou et des Jumeaux, dans les environs de Lyon, à 700m d'altitude.

Or je pense que personne ne s'avisera de chercher des tourbières glacées sur le littoral desséché des environs de Marseille.

La réserve de l'auteur du Catalogue, qui dit l'avoir vainement cherché n'est pas suffisante. Elle n'ôte pas aux botanistes novices tout espoir de la trouver. Il fallait franchement nier la possibilité de son existence, et protester aussi énergiquement, que si quelque fantaisiste malavisé rangeait le Passerina Tartonraira des rochers brûlés de Montredon, dans la Flore de la Norvège. Il fallait d'autant moins hésiter, que cette station est la seule et unique indiquée dans la Provence entière, qui comprend cependant des altitudes considérables, dans les départements des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes.

On peut même s'étonner que le C. pulicaris n'y ait pas encore été signalé.

Toutefois il faut considérer que la Flore si exacte du Lyonnais du Dr S. Lager, ne le cite ni en Savoie, ni en Haute-Savoie, ni sur les confins de la Provence, dans les Hautes-Alpes. Nous-mêmes nous ne l'avons jamais rencontré dans les Basses-Alpes, alors que son voisin le carex Davalliana y est commun. Il est inutile de dire, en terminant, que le C. pulicaris ne figure ni dans l'herbier Roux, ni dans l'herbier Castagne, avec la provenance de Marseille.

2.804. *Carex distycha.* « Lieux sabloneux du vallon de l'Evêque à « Saint-Loup. — Prairies du canal d'Arles à Port-de-Bouc. »

La 1re de ces stations est donnée d'après Castagne. La seconde est indiquée sous la garantie personnelle de Roux. Or nous nous trouvons encore ici en présence d'une plante qui, a priori, ne peut habiter ni une ni l'autre.

D'abord elle est silicicole, sans être absolument calcifuge, selon Contejean et Magnin. Puis elle affectionne les stations froides et humides, non les vallons torréfiés comme celui de l'Evêque, près de Marseille, ou les eaux surchauffées du canal d'Arles à Port-de-Bouc.

L'herbier de Roux ne contient pas de C. distycha de ces localités,

et ceux qu'il a distribués sous ce nom, et que j'ai eu sous les yeux, ne sont que des C. divulsa de grande taille, et venues à l'ombre. Cette espèce n'est pas mentionnée dans la Flore de l'Hérault, de Loret et Barrandon, et n'est signalée par Pouzolz, dans le Gard, que dans la chaîne de l'Espérou.

2.810. *C. Leporina.* « Marseille le long du Jarret; Prairies sous « les Pennes, bords de l'étang de Berre ». Roux. « Aix au pont de « Fourchette. » F. et « Achaintre. »

Ces stations éveillaient chez moi des doutes invincibles, mais plus difficiles à élucider. Mes compagnons d'herborisation les trouvaient déplacés, tant était grande leur déférence pour la mémoire de leur maître, bien qu'ils n'eussent jamais pu recueillir la plante dans les localités indiquées.

Mais cette espèce commune sur les bas plateaux du Lyonnais ne me semblait pas pouvoir descendre dans des latitudes si chaudes, alors que Pouzolz et Loret ne la signalent que dans les parties les plus élevées des départements du Gard et de l'Hérault.

L'herbier de Roux vint me porter la solution de la question, et justifier mes défiances.

Il faut avouer qu'en dépliant la feuille où se trouvent renfermés les C. leporina, j'eus d'abord l'émotion désagréable que peut donner un formel démenti. Je trouvai en effet tout une série de C. leporina authentiques. Ils étaient, il est vrai, de provenances lointaines, et venaient du Nord de la France et de la Suisse.

Mais comment admettre qu'avec de pareils termes de comparaison, un botaniste aussi expérimenté que Roux eût pu se tromper sur les Carex de Provence? C'est pourtant ce qui lui était arrivé. Je découvris les Carex leporina, du Jarret des Pennes et de Port-de-Bouc avec leur étiquette, écrite de la main de H. Roux, et je reconnus que c'étaient de superbes échantillons de Carex divisa, que l'auteur avait confondus avec les C. leporina, placés sous la même enveloppe.

Je cherchai à me rendre compte de la cause d'une confusion si invraisemblable, et voici ce que je crus comprendre.

Le C. leporina est appelé encore C. ovalis, à cause de la forme de son épi. Or, quoique le C. divisa ait un épi très pointu, les échantillons que j'avais sous les yeux, offraient cette même forme ovale, à cause des anthères du sommet qui étaient presque arrivées à leur maturité, mais restaient néanmoins cachées encore sous leurs écailles, et les soulevaient à demi, en faisant ainsi gonfler le sommet de l'épi. Cela leur donnait une ressemblance inattendue avec le C. leporina. Mais le moindre examen ôtait toute possibilité d'erreur,

vu que le C. leporina porte ses fleurs mâles à la base de l'épi, et que les échantillons en litige avaient les leurs au sommet, comme d'incontestables C. divisa.

J'avoue que ma surprise fut grande en voyant cette preuve manifeste de la légèreté avec laquelle un botaniste éprouvé avait laissé échapper cette différence capitale.

Restait un dernier point à élucider. Un botaniste expérimenté des Martigues, ami de M. Roux, E. Authman, avait publié un catalogue des plantes de sa localité, où il faisait également figurer le C. leporina.

Je me rendis auprès de lui avec le Dr Gerber; et notre confrère nous soumit avec une bonne grâce parfaite l'échantillon de son herbier. Il conservait d'ailleurs lui-même d'invincibles doutes sur son authenticité, et ce n'est que par déférence pour son vieil ami qu'il lui conservait sa dénomination, tracée du reste sur l'étiquette de la main même de M. Roux.

Il n'eut donc point de peine à reconnaître avec nous ce même C. divisa, que j'avais déjà trouvé dans l'herbier de Roux, et le jour même, 30 avril, dans une herborisation que nous fîmes aux environs des Martigues, nous trouvâmes des centaines d'échantillons qui offraient le même caractère, et nous pûmes constater par la même occasion combien ce Carex divisa est polymorphe dans la région Marseillaise où il est si commun.

2.835. *C. humilis*. L'échantillon de l'herbier Roux n'est qu'un C. Halleriana de petite taille alors que les spécimens envoyés par divers correspondants et déposés dans la même feuille sont authentiques.

2.852. *C. ampullacea*. « Aix, rives de l'Arc. Fonvert et Achaintre » sans échantillon de la localité. Cette espèce est une plante alpestre confondue apparemment par les collecteurs avec le C. vésicaria, son homologue de la plaine.

2.855. C. riparia. Le C. indiqué sous ce nom à la station des Martégaux, et le C. paludosa bien plus commun chez nous. Les deux formes sont d'ailleurs si voisines qu'il est aisé de les confondre. Néanmoins le caractère tiré des écailles, arrondies dans l'une et allongées en arête dans l'autre, marque nettement la différence. Pour plus de sûreté, nous avons soumis des échantillons frais à M. S. Lar, le savant auteur de la Flore Lyonnaise, qui avec sa haute compétence, a tranché la question et levé tous les doutes.

Il resterait encore bien d'autres observations à faire sur les Carex de l'herbier de Roux. Celles d'aujourd'hui doivent suffire pour montrer une fois de plus, combien il est indispensable que tout catalogue soit appuyé sur un herbier justificatif.

Elles doivent aussi nous faire comprendre combien les botanistes doivent se défier du penchant très général de grossir la flore de leur localité par l'introduction d'espèces étrangères. Ils appellent cela enrichir la flore. Ils oublient que souvent ils rendraient plus de service en l'appauvrissant, c'est-à-dire en éliminant toutes les espèces douteuses, et en s'astreignant à une exactitude rigoureuse qui est la première condition de la science.

M. Louis LAURENT

Licencié ès Sciences, Préparateur de botanique à la Faculté des Sciences de Marseille

NOTE A PROPOS DES FICUS DU GISEMENT DE CILAS

[5614.75 (4483)]

— Séance du 8 aout —

Lors des travaux de terrassement du chemin de fer, effectués aux environs d'Alais, M. Marion, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, avait recueilli une belle série d'empreintes végétales fossiles dans des calcaires gris, compris entre les couches à *Paleotherium medium* et *Adapis parisiensis* par dessous et les couches à *Anthracotherium* par dessus; position stratigraphique, qui place la flore de Célas au niveau de l'étage sannoisien.

Grâce à la grande quantité d'organes divers, tant végétatifs que fructificateurs provenant d'une conifère particulière, appartenant au groupe des *Dammarées*, il put établir avec une certitude qu'on possède rarement en paléontologie végétale, le genre *Doliostrobus*. Ceci parut en 1888 dans le tome 20 des Annales des sciences géologiques.

Mais une grande quantité de belles empreintes de toute sorte restait encore inommée. Nous devons à l'obligeance de M. Marion d'avoir pu les examiner et à sa bonté de les décrire; aussi sommes-nous heureux de pouvoir lui en exprimer ici notre profonde reconnaissance.

L'examen complet de cette flore fera l'objet d'un travail plus important qui est à l'étude ; nous nous proposons simplement ici, de relater nos observations au sujet des Ficus qui abondent dans ce gisement et lui donnent une physionomie propre.

De toutes les flores fossiles c'est celle de Bilin qui offre une des

plus belles séries de figuiers fossiles, mais nulle part les empreintes sont aussi bien conservées et caractérisées que dans le gisement de Célas. Elles présentent une assez grande homogénéité, et bien que appartenant à des types différents elles se rapprochent par l'ampleur des formes et aussi par cette particularité, que presque tous les types présentent des bases cordiformes. Indices d'une station ombreuse et fraîche.

Bien que les espèces indiquées à l'état fossile soient nombreuses nous n'avons trouvé qu'un seul type (F. Gœpperti Ett.) de Bilin qui puisse être identifié avec une de nos espèces. Il est incontestable d'ailleurs que le nombre des espèces de Ficus décrits devra être considérablement réduit, quand on aura fait une révision plus complète du genre ; mais ce travail quoique désirable est presque impossible à réaliser, car il ne saurait être fait sur les figures données par les auteurs ; toutes sont beaucoup trop incomplètes et il semble difficile d'interpréter des fossiles qui manquent totalement de nervation quelquefois, quand ils ne sont pas dépourvus et de nervation et de forme générale. C'est pourtant ce que l'on a fait pour les restes fossiles des *Ficus*, dont on pourrait citer maintes espèces reposant sur quelques morceaux frustes et sur des caractères de minime importance sujets à la variabilité. Il vaudrait mieux les négliger.

L'analyse minutieuse des moindres détails des appendices foliaires est à faire d'une manière consciencieuse ; car c'est d'eux qu'on tire les plus précieux arguments de détermination.

Chaque point en particulier peut paraître futile et aucun ne fournit de caractère décisif, mais leur ensemble donne une physionomie qui ne trompe pas ; il en est pour ainsi dire des feuilles comme d'un portrait, il est ressemblant sans qu'on puisse au juste dire d'une manière précise le trait définitif qui ajouté ou retranché détruit la ressemblance. Nombre d'auteurs se sont à juste titre occupés de la forme des feuilles ; mais les uns, comme Schenk, ont affirmé qu'il n'y avait aucun caractère ; d'autres, les analystes, et ils sont nombreux, ont fait porter leur investigation sur les détails sans considérer l'ensemble ; il faut tenir un juste milieu, concéder que l'on ne peut donner de criterium absolu pour déterminer mathématiquement un genre, mais être sûr aussi que la ressemblance résultant de la masse des détails dont est faite la nervation du *type* trompe rarement.

Après avoir observé bien des types de *Ficus* actuels, nous nous sommes convaincu que la forme influe très peu sur l'ordonnance de la nervation et que tel type qui aura des nervures à angle d'émer-

gence ouvert le conservera tel, avec des variations n'entachant pas l'allure générale, même dans des feuilles étroites; que si c'est une forme ayant des nervures secondaires serrées les unes contre les autres, elles auront la même ordonnance, quelle que soit la forme de la feuille.

En résumé, ce qui nous a conduit dans nos déterminations c'est l'*examen minutieux des détails subordonné à la physionomie de l'ensemble.*

C'est poussé par un esprit de synthèse que nous avons réuni en une série plusieurs feuilles parfaitement conservées et fort belles, qui font connaître une espèce appartenant au type des Ficus lauriformes. Nous l'avons dédiée à notre maître comme un très faible gage de notre profonde reconnaissance. Les feuilles types de cette espèce dont plusieurs sont représentées dans leurs moindres détails, sont apparentées avec le *Ficus laurifolia* des *Indes occid.* Autour du *Ficus Marioni* pivotent deux formes que nous n'avons point voulu élever au rang d'espèce, car, bien que présentant le même aspect, elles offrent néanmoins des particularités suffisantes pour autoriser la création de variétés paléontologiques.

Les échantillons types possèdent une base très faiblement cordiforme comme le Ficus laurifolia. Celui-ci est susceptible de présenter une échancrure en lobe assez prononcée surtout chez les feuilles provenant des rameaux âgés, ce qui nous a engagé à créer la variété *A. cordifolia* et la variété *B. inequalis* pour deux exemplaires présentant une inégalité assez marquée dans les lobes.

En outre de ces affinités qui ne sauraient être méconnues, il faut en citer d'autres que ce type présente avec plusieurs Ficus trouvés dans l'herbier de feu de Saporta, dont l'un de Ceylan, l'autre sans origine, planté à Hyères.

Nous plaçons à la suite un figuier décrit dans la flore fossile de Bilin par Ettingshausen, c'est le *Ficus Gœpperti* (Ett.) que son auteur compare comme nervation au type des ferruginea, alors qu'il est bien certain que pour bien des raisons il s'en éloigne : d'abord par la forme générale assez fixe dans la section, le plus grand diamètre se trouvant dans la moitié supérieure; ensuite par l'écartement des nervures, toutes particularités qui le rapprochent des Ficus du type du laurifolia et particulièrement du *Ficus racemosa L.* et il doit être aussi retiré de la section fossile des *Apocinæfoliœ* et placé dans celle des *tri et quinquenerviés*, situation qu'impose la découverte de la feuille de Célas entièrement conservée.

Que penser aussi du rapprochement tenté avec le *Ficus Morlotti*

(Ung.) de Sotzka ? La base fait défaut et le réseau veineux n'existe point.

C'est avec les figuiers occidentaux et surtout avec le *Ficus americana* (Aubl.) que notre *Ficus fraterna* présente une affinité remarquable ; deux feuilles couchées l'une sur l'autre font connaître cette espèce dont l'état de conservation est comparable aux empreintes données par Ettingshausen dans ses traités sur les organes végétatifs. La forme générale est lancéolée, le pétiole assez long et suffisamment mince, les nervures secondaires subopposées : le réseau veineux tertiaire forme une série de mailles pentagonales qui se réunissent au milieu de l'espace situé entre deux nervures de deuxième ordre y déterminent une ligne sinueuse. La forme, l'ascendance des nervures secondaires, l'agencement enfin des nervures tertiaires, donnent à ces feuilles une physionomie particulière et bien caractéristique qu'elle partage avec l'espèce américaine.

C'est avec un peu plus d'incertitude au sujet de ses affinités avec les Ficus du monde actuel que nous faisons connaître notre *Ficus calophylla* ; la feuille est ample, orbiculaire, présentant un limbe qui malgré une tronquature au sommet a encore 20 cm. de long sur 18 cm. de large, nettement trinerviée à la base et pouvant ou non présenter deux lobes. Elle présente un pétiole épais de 8^{mm} qui devait être gorgé de suc. Les nervures secondaires fortes émergent : celles de la base sous un angle obtus, celles du milieu sous un angle droit et celles du sommet sous un angle faiblement aigu. Elle présente des nervures tertiaires qui émanent directement de la principale dans les espaces internerviaux secondaires et qui après un parcours horizontal se recourbent brusquement à angle droit vers le bas. Par cette dernière particularité c'est avec le *Ficus macrocarpa* des Ind. or. qu'elle aurait le plus d'affinité, mais par tous les caractères réunis, c'est avec un ficus de la côte occidentale d'Afrique, le *Ficus sakoui*, cultivé au jardin botanique de Marseille que notre feuille a le plus de rapports.

Nous avons vu les espèces de Ficus énumérés dans le traité de Schimper et aucune ne nous a paru présenter, de près ou de loin, de rapports avec cette belle empreinte qui se trouve être unique.

Une autre feuille présente des caractères ambigus par la forme lancéolée et le mode d'agencement des nervures secondaires supérieures, elle aurait des rapports avec les Ficus lauriformes, mais par la base elle s'en éloigne totalement et présente des points de contact avec les Ficus du type des cordiformes et en particulier avec le *Ficus naeii*, var. horticulturale provenant de l'ancienne propriété Mazel

à Anduze; c'est aussi ce qui nous a conduit à lui imposer le nom de *Ficus ambigua*.

Un autre type est représenté par le *Ficus irregularis*, la base y est quinquenerviée, la forme ample, il possède des nervures secondaires irrégulières tant par l'espace qui les sépare que par leur angle d'émergence; le *F. Hookeri* que nous devons à l'obligeance du chef de culture de la villa Thuret à Antibes, présente aussi cette particularité unie à une ressemblance générale, qui resserre encore les liens analogiques.

Enfin, deux autres espèces affines l'une avec la section des *ferruginea*, l'autre avec la section des *cordata*, terminent cette belle série.

L'un, le *Ficus rotunda* présente une forme arrondie des nervures secondaires parallèles émanant de la principale sous un angle presque droit et se réunissant entre elles très près de la marge. C'est avec le *Ficus fulva* qu'elle présente le plus de rapport, et sauf un contour plus arrondi, lui est identique quant à la nervation.

Le *Ficus diffusa* représente selon nous un type bien différent de tous ceux énumérés dans cette riche flore de Célas. Par sa forme, il semble au premier abord se rapprocher des *Ficus Reussii*[1], *wetteravica*[2] et *daphnes*[3] (pars) (Ett), mais après un examen attentif des caractères, de la nervation, les seuls sur lesquels le paléophytologue doit baser son jugement, la forme étant chose accessoire à moins d'être très différente ou parfaitement caractéristique, on reconnaît aisément que notre feuille s'éloigne des espèces allemandes 1° par les nervures basilaires; 2° par l'agencement tant des nervures tertiaires émanant de la principale entre deux secondaires que par celles qui unissent ces dernières; c'est avec le *Ficus reclinata* indien un et *Ficus* de Ceylan que notre espèce présente le plus d'affinité.

Le tableau suivant résume ce que nous venons de dire, et indique les liens analogiques qui unissent les espèces fossiles avec celles du monde actuel.

Type	Formes fossiles	Formes actuelles similaires
Lauriforme....	Ficus Marioni (nov. sp.)....	F. laurifolia (Hort.) Ind. occ. F. sp. de Ceylan.
	Ficus Gœpperti (Ett.).....	F. racemosa L. Sud or.
Americana.....	Ficus fraterna (nov. sp.)...	F. americana (Aub.) Ind. occ.

1. Bilin.
2. 3. Braunkohlen formation d. Wetterau.

TYPE	FORMES FOSSILES	FORMES ACTUELLES SIMILAIRES
Fortement lobé à la base, à nervures basilaires partant à angle droit.....	F. calophylla (nov. sp.)....	F. Sakoui, Afriq. occ. F. macrocarpa Wight., Ind. or. F. almœi.
	F. ambigua (nov. sp.).....	F. almœi.
Formes orbiculaires.....	F. irregularis (nov. sp.)....	F. Hookeri.
	F. rotunda (nov. sp.).....	F. fulva, Reimr, Himal.
Forme élancée à pétiole grêle...	F. diffusa (nov. sp).....	F. reclinata Desf. Sud. or.

Une si belle série d'empreintes d'une si parfaite conservation permet d'affirmer qu'au début de l'oligocène, le genre Ficus de nos jours relégué en grande partie dans l'Asie tropicale, les îles Malaises et Pacifiques en partie aussi quoique moins abondant en Amérique, florissait en France par 45° de latitude nord.

L'on peut dire que nous sommes en possession d'une des plus anciennes flores contenant de vrais Ficus en abondance et, disons-le, les mieux conservés de toutes les flores fossiles.

Remarquons que, déjà à cette époque, le genre est parfaitement constitué, les caractères foliaires y sont nets. Eu égard au nombre restreint des Ficus américains, l'on peut dire que les affinités avec ceux qui habitent le nouveau monde sont assez prononcées sans exclure, loin de là, celles qui existent avec les nombreux groupes appartenant à cette partie si intéressante de l'ancien où se sont donnés rendez-vous la majorité des types tertiaires.

Il est même curieux de remarquer que plusieurs des Ficus européens présentent des affinités diffuses et retracent par certains caractères des formes occidentales par d'autres des formes orientales. L'Europe tient encore là lieu de lien transitoire pour des formes qu'elle n'a pu conserver et qui ont péri, car ne s'étendant pas vers le Sud comme le continent asiatique, elle a vu ses types diminuer, s'éteindre ou émigrer sans pouvoir leur donner asile.

Par sa dispersion géographique même, à cheval sur l'équateur, le genre Ficus ne paraît pas avoir eu une origine polaire et sa présence constatée dans le gisement de Célas par des formes si parenchymateuses, si amples et si belles, prouve non seulement son extension dans le temps, mais aussi son rôle dans la composition forestière de l'Europe oligocène.

M. P. GUÉRIN
Préparateur de Botanique à l'École supérieure de Pharmacie de Paris

SUR LA PRÉSENCE D'UN CHAMPIGNON DANS L'IVRAIE (*Lolium temulentum L.*) [581-2]

— *Séance du 10 août* —

Les auteurs sont loin d'être d'accord sur la nature chimique des principes toxiques de l'Ivraie.

Hofmeister, dont les travaux sur cette question sont les plus récents (1892), admet que l'Ivraie renferme deux sortes de principes actifs : l'un, la *témuline*, qu'il a obtenue cristallisée à l'état de chlorhydrate agirait sur le système nerveux, l'autre, une substance grasse, exercerait son action sur le tube digestif.

En poursuivant nos recherches sur les téguments séminaux et le péricarpe des Graminées, nous avons constaté dans le grain du *Lolium temulentum L.* l'existence d'un champignon qui, peut-être, pourrait n'être pas étranger aux effets funestes attribués à l'Ivraie depuis les temps les plus reculés. Ce sont les résultats de nos observations sur ce sujet qui font l'objet de cette Note.

Lorsqu'on examine sous le microscope une coupe transversale du fruit de *Lolium temulentum*, l'attention est attirée par une sorte de tissu feutré situé entre l'assise protéique, et la couche hyaline provenant des restes du nucelle. Cette zône, qui occupe toute la périphérie du grain, se montre constituée, lorsqu'elle est observée de face, en séparant les diverses enveloppes du fruit, par une multitude de filaments mycéliens, souvent très longs, incolores, fortement entremêlés les uns avec les autres et plus ou moins contournés sur eux-mêmes. Ils sont cloisonnés et parfois ramifiés. Les petits cercles ou les ellipses que l'on observe au sein de cette zône fungique sont dûs soit à des sections transversales, soit à des extrémités de filaments.

Tous ces caractères sont nettement mis en évidence en colorant le champignon au moyen du bleu coton et de l'acide lactique.

Nos recherches ont porté sur plus de quarante échantillons de

régions les plus diverses : Bolivie, Brésil, Chili, Cap de Bonne-Espérance, Abyssinie, Afghanistan, Perse, Syrie, Espagne, Portugal, Suède, Allemagne, Dalmatie, île de Crète. De France, nous avons observé des grains provenant de l'Isère, du Puy-de-Dôme, de la Charente-Inférieure, de l'Oise, de l'Hérault, des Hautes-Pyrénées, de la Haute-Saône, des environs de Paris, du Jardin des Plantes et de l'Ecole de Pharmacie, de nombreux échantillons provenant des récoltes de M. Chatin, des laboratoires du ministère de la guerre et de l'École de Grignon, des maisons Vilmorin, Waltier, etc. Seuls, des échantillons de Clermont-Ferrand, de Montpellier et de la Haute-Saône se sont montrés dépourvus de la zone mycélienne, mais ajoutons que d'autres grains provenant des deux premières localités n'avaient pas fait exception.

Comment le champignon pénètre-t-il dans l'ovaire et à quel moment y apparaît-il ?

Il semble résulter de l'examen d'échantillons observés même avant la fécondation, que le champignon pénètre par la partie inférieure de l'ovaire. On voit en effet le tissu de cette région envahi par de nombreux filaments mycéliens, qui de là se dirigent dans la portion du péricarpe contre laquelle l'ovule est largement inséré. Il est certain, en tous cas, que de très bonne heure le nucelle, à part les deux ou trois assises les plus externes, est complètement rempli par le mycélium.

Que devient ensuite le champignon, en présence des modifications que subit le fruit dans le cours de son développement ?

Peu de temps après la fécondation, le tégument externe de l'ovule disparaît. Le nucelle est lui-même presque entièrement résorbé, l'épiderme et une ou deux assises sous-jacentes persistant seuls pour former à la maturité du grain la *couche hyaline*. Mais en même temps, l'albumen qui a pris naissance dans le sac embryonnaire refoule peu à peu devant lui les filaments mycéliens qui finalement se trouvent emprisonnés là où nous les avons observés au début, entre l'assise la plus externe de l'albumen ou *assise protéique*, et la couche hyaline.

'l était intéressant de rechercher si les autres espèces de Lolium sentaient, elles aussi, la même particularité.

Nos observations sur les *L. linicola*, *L. arvense With.* (var. du temulentum) nous ont conduit au même résultat.

Sur de nombreux échantillons de *L. perenne*, un seul au contraire st trouvé parasité. Chez le *L. italicum*, pas la moindre trace du ampignon.

Si maintenant l'on remarque que parmi les Lolium, les espèces réputées vénéneuses, *L. temulentum* et ses variétés, et *L. linicola*, sont précisément celles chez lesquelles nous avons observé le champignon d'une façon pour ainsi dire constante, n'y a-t-il pas lieu de se demander si ce champignon ne joue pas un rôle dans la toxicité du grain d'Ivraie? La témuline d'Hofmeister ne provient-elle pas, sous l'action de ce champignon, d'une transformation des matières azotées situées à la périphérie du grain, et l'Ivraie n'est-elle vénéneuse que parce qu'elle le renferme? Baillon, dans sa Botanique médicale, émet l'opinion que le grain de l'Ivraie pourrait bien n'être pas vénéneux par lui-même. « Peut-être, dit-il, les accidents qui lui ont été attribués tiennent-ils à la présence de quelque cryptogame. »

Harz, Moëller, Kobert, qui ont été amenés à examiner le *Lolium temulentum* ou à en signaler les propriétés toxiques, ne mentionnent pas la couche à champignons.

Nous aurions nous-même tardé encore de faire part de nos observations si tout récemment, Vogl, dans une publication sur les céréales qui date même de 1899, n'avait signalé de son côté la même couche mycélienne. Toutefois cet auteur n'ayant observé que des grains mûrs, et uniquement le *Lolium temulentum*, nous avons cru qu'il pourrait y avoir quelque intérêt à faire connaître nos résultats.

Les cultures que nous avons faites jusqu'à présent ne nous ont pas encore permis de résoudre une autre question, celle de la nature de ce champignon. Nous ne désespérons pas d'y parvenir, mais en attendant, il est permis de se demander si ce champignon du *Lolium temulentum* ne présente pas quelque analogie avec celui du Seigle enivrant, que MM. Prillieux et Delacroix ont décrit sous le nom d'*Endoconidium temulentum*, à la suite d'accidents causés par des seigles en 1891, dans la Dordogne d'abord, puis dans la Creuse. Ce rapprochement semble d'autant plus justifié que les accidents produits par ce Seigle ne ressemblent pas, disent les auteurs, à ceux que cause l'Ergot, mais plutôt à ceux de l'Ivraie, avec une action plus intense et plus rapide.

M. Delacroix ayant eu l'obligeance de nous procurer des échantillons de seigle attaqué par l'*Endoconidium*, nous avons pu les comparer avec ceux de l'Ivraie. Nous ne pensons pas que l'on se trouve en présence du même parasite.

Les grains de *Lolium temulentum* ne sont en effet nullement déformés ; ils germent à merveille, le mycélium n'occupant d'ailleurs que la zone située au-dessus de la limite supérieure de l'embryon.

Aucun caractère extérieur ne permet de soupçonner à leur intérieur

l'existence de quelque champignon. Les grains de seigle attaqués par l'*Endoconidium* se distinguent au contraire nettement des grains sains. Ils sont visiblement malades, étant petits et déformés.

De plus, tandis que sous le microscope, on peut voir que dans le cas du Lolium, l'assise à diastase n'est nullement attaquée et que l'albumen est intact, dans celui du Seigle toute la partie extérieure de l'albumen est généralement envahie par le mycélium.

Ces caractères semblent suffisants pour ne pas nous autoriser, quant à présent du moins, à identifier les deux espèces. Ils nous portent de plus à penser que nous sommes dans le cas du *Lolium temulentum*, plutôt en présence d'une symbiose que d'un véritable parasitisme.

M. Pierre LESAGE

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Rennes

RAPPORTS ENTRE LA GERMINATION DES SPORES DE CHAMPIGNONS ET L'HUMIDITÉ DE L'AIR [581.5]

— Séance du 8 août —

Les spores du *Penicillium glaucum*, mûres et bien conformées, germent dans l'air quand on leur fournit, comme autres conditions extérieures, une certaine température et de la vapeur d'eau. La germination varie avec ces conditions.

Pour ce qui concerne la vapeur d'eau, on peut étudier ses variations par deux mesures de nature différente : la mesure du poids de vapeur par unité de volume d'air, la mesure de l'état hygrométrique. Je me suis demandé si, dans leurs rapports avec la germination, ces ›sures présentaient un égal intérêt. Pour répondre à cette question, ıi cherché à voir comment se fait la germination dans les deux cas ', l'une des mesures variant, l'autre reste constante.

Premier cas. — Le poids de vapeur d'eau varie dans l'unité de ·ume d'air, l'état hygrométrique restant constant.

J'ai réalisé les conditions de ce premier cas par un procédé qui con-

siste, dans ses grandes lignes, à faire varier, entre les températures critiques 1°5 et 43°, la température de flacons fermés hermétiquement et contenant, en bas, une solution de Nacl sur laquelle repose une atmosphère limitée où les spores sont mises à germer. En effet quand la température change, le poids de vapeur d'eau varie dans l'unité de volume de l'atmosphère limitée ; mais l'état hygrométrique de cette atmosphère reste constant pour une solution donnée comme le veut, pour le cas particulier du Nacl, la formule de cet état hygrométrique $\frac{f}{F} = 1 - n \times 0{,}00601$, formule tout à fait indépendante de la température, puisque n, la seule variable, en est indépendante et ne mesure que le degré de concentration de la solution saline (n. p. 100) [1].

Si nous comparons l'attitude des spores dans une série de flacons où n varie de 0 à la valeur de saturation de la solution saline, nous observerons deux résultats différents indépendants de la température et distinguant deux catégories de solutions salines.

Dans une première catégorie, pour toutes les valeurs de n depuis 0 jusqu'à une limite supérieure comprise entre $n = 26$ et $n = 30$, les spores germent toujours, bien que dans des temps différents.

Dans la seconde catégorie, pour toutes les valeurs de n au-dessus de la limite que je viens d'indiquer et jusqu'à la valeur de saturation de la solution, la germination ne se fait jamais. Voici un exemple : une culture placée au-dessus d'une solution à 30 p. 100 et soumise à des températures très variées, n'a pas donné de germinations après 171 jours.

Si nous remarquons d'abord que, dans la seconde catégorie, malgré les variations de température et les variations correspondantes considérables de poids de vapeur d'eau par unité de volume d'air, la germination ne se produit pas, nous ne pouvons guère admettre que ce soit la quantité absolue de vapeur qui intervienne, nous sommes plutôt portés à considérer l'état hygrométrique trop élevé. En effet, remarquons encore, ce qu'il est facile d'établir par des calculs simples, que pour certaines températures basses, dans la première catégorie et pour certaines autres températures un peu plus élevées, dans la seconde, le poids de vapeur d'eau par unité de volume d'air peut être le même ; cependant il y a germination dans un cas et pas de germination dans l'autre. Dans ces conditions, nous ne pouvons chercher la cause de la différence des résultats que dans la différence des états

1. *P. Lesage.* — Recherches expérimentales sur la germination des spores du *Penicillium Glaucum* (Ann. des sc. nat. Bot. 8e série, 1895, t. I, p. 312).

hygrométriques. C'est ce qui m'a amené à dire que pour les spores du *Penicillium glaucum*, la germination varie avec l'état hygrométrique et qu'il y a un état hygrométrique limite, compris entre 0,82 et 0,84, d'après mes expériences, au-dessous duquel la germination ne se produit plus.

Deuxième cas. Le poids de vapeur d'eau par unité de volume d'air reste constant, l'état hygrométrique variant.

D'après la remarque précédente, nous savons déjà que, placées dans deux atmosphères renfermant le même poids de vapeur d'eau par unité de volume, mais à des états hygrométriques différents, les spores germent ou ne germent pas, suivant que l'état hygrométrique est plus ou moins élevé. Voici des expériences qui le prouvent encore et rentrent mieux dans le second cas qui nous reste à considérer.

Huit flacons semblables ont été mis pendant 24 heures dans des conditions telles que, après ce temps, on pouvait les considérer comme renfermant de l'air saturé de vapeur d'eau à la température de 19°. Tous ont reçu une lame de verre portant des spores et ont été fermés hermétiquement. Quatre quelconques d'entre eux ont été portés ensuite dans une étuve à 32°, les quatre autres étant conservés à la température de 19°. Après 6 jours d'attente, les spores ont été observées au microscope. Elles avaient germé dans les flacons restés à 19°, la germination ne s'était pas produite dans les flacons portés à 32°.

Il y avait donc une différence marquée ; à quoi pouvait-elle être attribuée ? Elle ne dépendait certainement pas de la quantité absolue de vapeur d'eau par unité de volume d'air puisque celle-ci était restée la même; mais elle pouvait dépendre des variations de température agissant de trois manières différentes sur la germination :

1° Par l'action directe de la chaleur sur les spores ;

2° Par la variation de pression de l'atmosphère limitée ;

3° Par la variation de l'état hygrométrique de cette atmosphère.

Il m'a été facile d'éliminer l'action directe de la chaleur en me rappelant que les spores portées à 32° peuvent germer dans moins de 6 jours. Au surplus, les températures critiques de germination des spores du *Penicillium glaucum* fournies par Wiesner[1] étant :

limite inférieure.....	1°5
optimum.....	22°
limite supérieure.....	43°

1. *Wiesner*. Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung des *Penicillium glaucum* (Sitzungsb. der kais. Ak. der Wiss. Wien 1873).

l'expérience suivante écarte définitivement l'action directe de la chaleur.

Des flacons mis à se saturer de vapeur d'eau comme précédemment, pendant 16 heures, à une température de 16° 5, ayant reçu des lames ensemencées, ont été fermés hermétiquement et partagés en trois lots : le premier est resté à 16° 5, le deuxième a été mis à l'optimum de température, 22°, et le troisième a été porté à 32°.

Après 6 jours, le premier lot offrait seul des germinations. Ailleurs les spores n'avaient pas germé, pas même à la température la plus favorable, 22°. On ne peut donc pas invoquer l'action directe de la chaleur pour arrêter la germination des spores dans ces expériences.

Les variations de pression de l'atmosphère limitée n'ont d'action marquée que lorsqu'elles sont très fortes ; or, dans les cas considérés, elles ont été très faibles ; leur action est négligeable.

L'action directe de la chaleur et la variation de pression restant sans effet appréciable dans le sens du phénomène que nous étudions, la différence dans la germination ne peut être attribuée qu'aux variations de l'état hygrométrique. Cette influence s'explique d'ailleurs très bien si nous comparons les résultats que nous interprétons à ceux de mes premières expériences.

En effet, considérons la plus faible variation de l'état hygrométrique, celle qui correspond au passage des cultures de la température de 16° 5 à celle de 22°. Ce cas devient doublement avantageux s'il est concluant, d'abord parce qu'on se base sur la plus faible variation et ensuite, parce que l'action directe de la chaleur sur les spores est ici, mieux que dans tous les autres cas, manifestement éliminée, attendu que la température de 22° étant l'optimum, loin d'empêcher la germination, cette température la favorise au plus haut degré.

Une atmosphère limitée saturée à 16° 5 renferme de la vapeur d'eau à la tension d'environ 14 mm ; portée à la température de 22°, la tension de la vapeur d'eau y augmente très peu et n'atteint pas 15 mm, tandis que la tension maxima pour cette température est de 19 mm 659. Dans une telle atmosphère, l'état hygrométrique est au plus égal à $\frac{15}{19,659} = 0,76$. Or, l'un des résultats de la première partie de cette note est que la germination ne se fait plus au-dessous de 0,82. Le cas est nettement concluant et nous amène à dire que les spores n'ont pu germer parce que l'état hygrométrique de l'atmosphère considérée était, à 22°, au-dessous de la limite de germination.

En résumé et pour conclure, la mesure du poids de vapeur d'eau par unité de volume d'air et la mesure de l'état hygrométrique de cet air n'ont pas la même importance dans la germination des spores du *Penicillium glaucum* placées dans l'air humide; cette germination dépend moins de la quantité absolue de vapeur d'eau que de l'état hygrométrique.

M. POISSON

Assistant au Muséum d'Histoire naturelle

MATÉRIAUX POUR SERVIR A L'HISTOIRE DE L'OVULE ET DE LA GRAINE [518.3]

— Séance du 10 août —

Il n'est peut-être pas d'organes qui aient été l'objet d'études plus nombreuses que l'ovule et la graine, et la bibliographie des publications auxquelles ils ont donné lieu serait considérable à établir si l'on vouloit la généraliser. Cependant je me suis appliqué à l'indiquer dans les travaux que j'ai faits antérieurement sur ce sujet, au moins en ce qui avait trait à la nature des recherches auxquelles je m'étais limité[1].

Mon but était d'assister aux transformations qui s'opèrent dans les enveloppes tégumentaires alors qu'à l'état d'ovule cet organe s'achemine vers son but final, c'est-à-dire celui de graine adulte. Il y a quelques lustres, ces études avaient presque le mérite de la nouveauté; mais depuis quelques années plusieurs botanistes sont entrés dans cette voie et, soit partiellement ou d'une façon générale, ils ont abordé le même sujet en s'adressant à des groupes plus ou moins étendus d'espèces, de genres ou de familles de plantes[2].

1. Bull. de la Soc. bot. de France, t. XXIV, XII; 280, 287, 395. — Congrès de Jan. et d'Horticult., août 1878.

2. Payer :— Organogénie, pl. 136.— Marcel Brandza : — Rev. génér. de Botanique Jl. — Harz : — Landwirth. Samenkunde, etc., 1885.
Guignard : — Journ. de bot. VII, 1, 1893... — J. d'Arbaumont : — Ann. des Sc. t., 7e sér., t. XI.
Beauregard : — Bull. Soc. bot. de Fr., t. XXIV, 385.

Il ne semble pas qu'il soit nécessaire de s'arrêter longuement sur les travaux des savants qui ont étudié l'ovule au point de vue de sa genèse et de son interprétation, en tant qu'organe, ces recherches s'éloignant sensiblement du but modeste que je me suis proposé. De même que je ne reviendrai pas sur des détails amplement développés dans les publications indiquées aux renvois et auxquelles je fais allusion; mais je rappellerai brièvement les points généraux qui ont besoin d'être signalés pour rendre cette note compréhensible.

On sait que l'on a classé les ovules suivant leur simplicité ou leur complexité organiques. Il y a des ovules qui sont réduits au nucelle, d'autres mêmes qui en sont dépourvus en n'ayant qu'un sac embryonnaire, en un mot qui sont privés d'enveloppe quelconque. Ce fait était énoncé depuis longtemps comme étant un caractère propre aux ovules d'un très petit nombre de familles de plantes, mais les travaux récents d'un savant autorisé ont remis en lumière cette question et ont montré que cette particularité était plus fréquente qu'on ne le supposait[1].

Pour les autres cas, ils sont mieux connus et plus nombreux : les ovules ont un seul tégument, ce qui est à peu près la règle dans les plantes Gamopétales, ou ils ont deux enveloppes comme chez les Dialypétales et les Monocotylédones à quelques exceptions près.

Enfin on pourrait ajouter une division pour les ovules ayant une enveloppe supplémentaire et qui seraient alors *tritegminés*, mais à cause du petit nombre d'exemples que l'on rencontre, peut-être vaut-il mieux laisser à ces sortes d'ovules la désignation d'arillés qui leur a été appliquée jusqu'alors.

C'est dans cette dernière division que rentrerait l'ovule de l'Asphodèle qui fait l'objet de cette note, et qui a été choisi parmi de nombreuses études entreprises sur le sujet.

En dehors de cette particularité l'ovule de l'Asphodèle présente la même composition anatomique de ses parties que dans la plupart des Liliacées; cependant cet ovule ne se retourne pas vers son point d'attache pour prendre la forme renversée que l'on a nommée anatrope; il reste droit avec un peu d'obliquité, comme dans la majorité des Smilacinées et des Asparaginées et par conséquent est dépourvu de raphé comme le sont ces sortes d'ovules.

Les deux téguments ovulaires sont différents d'épaisseur. L'interne est formé de deux rangs de cellules très lâches et à paroi mince, ce qui fait prévoir déjà le peu de durée de ce tégument, qui sera refoulé

1. Van Tieghem :— Compt. rend. Acad. des Sciences, t. CXXIV, p. 655. — Bull. Soc. bot., 1896, p. 543 et 590. — Journ. de Botanique, juillet 1898.

ou digéré par les éléments en contact. Ce tégument interne recouvre promptement le nucelle et fait saillie au micropyle d'une façon sensible.

Le tégument externe est composé de trois rangées de cellules[1]; les deux internes ont leurs éléments de même taille, mais d'une dimension beaucoup moindre que le rang externe, dans les cellules duquel se feront bientôt de profondes modifications.

A ces deux téguments vient s'en ajouter un troisième qui est l'arille et qui apparaît alors que les deux téguments ont complètement recouvert l'ovule ; mais s'il est appréciable sur l'ovule en voie de développement, que devient-il plus tard ?

Cet arille qui est issu du réceptacle, comme les téguments eux-mêmes, avance obliquement sur l'ovule, puis peu à peu arrive à le couvrir totalement en s'appliquant intimement sur lui. Ce tégument supplémentaire est composé initialement de quatre rangs de cellules semblables entre elles, mais des changements se feront bientôt dans son assise sous-épidermique.

Si l'on suit les différents stades de l'ovule pour arriver à l'état de graine, on voit que les cellules internes du tégument externe persistent longtemps, et qu'elles se retrouveront lacérées ou comprimées plus tard entre l'albumen corné et les grandes cellules devenues scléreuses du rang externe de ce tégument et qui vont nous occuper.

Ces cellules se sont distendues, elles arrivent à quintupler leur taille primitive, et bombent leur côté externe en refoulant partiellement l'arille. D'abord un plasma abondant occupe ces cellules, puis, sans qu'on puisse prévoir nettement la marche du phénomène, la portion regardant l'extérieur de chaque cellule commence à se sclérifier; le plasma est alors comme refoulé vers l'intérieur, par la masse qui se soldifie et qui finit par envahir toute la cellule dans la direction centripète. A ce moment, avec un grossissement un peu fort, on distingue dans la masse solidifiée, avant sa coloration qui masque alors ce détail, de fines stries disposées en éventail dans l'épaississement, et d'autant plus nettes qu'elles sont vers l'extérieur. Ces stries ont sans doute été observées déjà dans des conditions analogues, et l'on se demande si elles ne seraient pas dûes, comme dans les grains d'amidon, à des nts où l'hydratation de la masse scléreuse est différente des portions sines? C'est une hypothèse que l'on peut hasarder.

Bientôt après, ces cellules deviennent irrégulières (plus ou moins,

[1] En avançant en âge, sur la graine presque mûre on trouve souvent une quame rangée de cellules à ce tégument résultant du dédoublement des cellules prives.

suivant l'espèce d'Asphodèle observée) dans leur contour; elles font des saillies vers l'extérieur au détriment de l'arrangement des cellules de l'arille, puis alors commence la coloration de ces cellules qui se produit rapidement après la sclérification, et suivant que le temps sec et chaud avance la maturation de la graine. La teinte commence toujours à se produire vers la portion externe, puis gagne peu à peu la portion interne par oxydation.

Je me suis rendu compte, il y a plusieurs années déjà, de la nature de cette coloration brune ou noire qui teinte les épaississements cellulaires dans les graines. J'ai mis en expérience, sous éprouvette, dans un milieu désoxygénant, pendant une semaine, des graines de quelques plantes : *Canna, Hibiscus, Allium*, etc., en laissant sur le pied des plantes choisies des graines témoins dans les loges voisines du fruit d'où provenaient ces graines, et j'ai constaté que celles mises sous l'éprouvette n'avaient pas changé de couleur d'une façon sensible, tandis que les autres étaient totalement brunes ou noires. Habituellement une telle coloration résiste aux réactifs les plus énergiques.

Qu'est devenu l'arille qui tapisse le tégument et qui s'est moulée sur lui? Des quatre rangs de cellules dont il est formé en épaisseur, l'interne a obéi aux mouvements capricieux du tégument, mais les trois autres sont restés en place. L'assise épidermique externe ne s'est guère modifiée, tandis que, çà et là, celle du second rang a certaines de ses cellules qui se sont énormément distendues dans le sens transversal et sont, à maturité de la graine, remplies de longues raphides pressées sur elles-mêmes. Lorsque la graine sèche et mûre est regardée de près ou à l'aide d'une loupe, on est surpris de voir sa surface couverte de petits points brillants dus à la lumière qui est réflechie par ces microscopiques cristaux en aiguille.

Explication de la Planche III

Fig. 1. — Ovule isolé avec le début de l'arille.
Fig. 2. — » » » état plus avancé.
Fig. 3. — Les deux ovules en place dans la loge du fruit. Arille s'acheminant vers leur extrémité supérieure.
Fig. 4. — Coupe transversale de l'ovule : A, Arille. B, Tégument externe. C, Tégument interne. D, Nucelle.
Fig. 5. — Coupe d'une graine avant complète maturité : A, Arille. B, Tégument externe.
Fig. 6. — Sclérification progressive des cellules consolidantes du tégument externe.
Fig. 7. — Les mêmes vues de face.

M. le Dr L. BEILLE
Agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux

SUR LES ALTÉRATIONS PRODUITES PAR L'HETERODERA RADICICOLA SUR LES RACINES DU PAPAYA GRACILIS

[581-2]

— Séance du 10 août —

Les Papaya gracilis cultivés au Jardin botanique de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux présentent sur leurs racines des tumeurs qui se montrent abondantes à partir de la troisième année. Ces plantes cultivées dans des pots proportionnés à leur taille ont un système radiculaire d'abord très abondant; mais celui-ci diminue à mesure que les tumeurs se multiplient et finalement il disparaît à peu près complètement. La portion souterraine de la plante se trouvant alors réduite à une sorte de moignon chargé de tubérosités, celle-ci ne tarde pas à périr comme l'exemplaire dont la *figure 1* représente partie inférieure. Une pe épaisse de l'une quelque de ces tumeurs radiires *(Fig. 2)* montre elles sont surtout formées un tissu parenchyma-

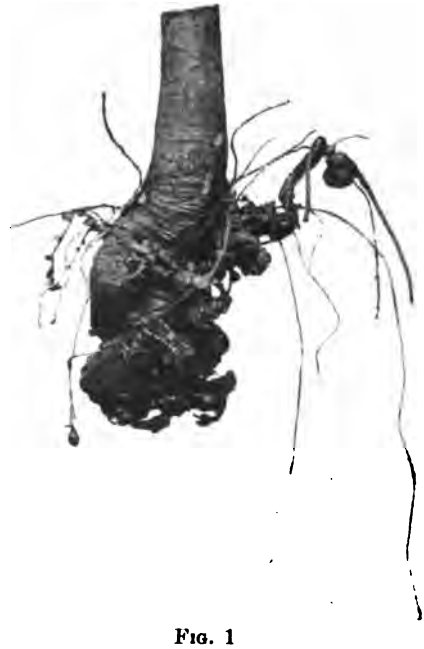


Fig. 1
Extrémité inférieure d'un pied de Papaya gracilis envahi par l'*Heterodera Schachti*. Réduit à 1/5.

de nouvelle formation. Sur l'un des côtés on reconnaît le faisceau

libéro-ligneux primitif et sur toute la surface de section on trouve disséminées des masses brunâtres du volume d'un grain de millet très faciles à énucléer ; ces parties examinées au microscope se montrent absolument bourrées d'œufs et de larves de nématodes que nous avons identifiées avec *l'Heterodera radicicola* Greef.

Aucun auteur, à notre connaissance, n'a encore signalé cet habitat du Parasite et le Papaya gracilis est à ajouter à la liste déjà longue dressée par Franck [1].

La structure histologique de ces tumeurs est fort intéressante ; elle a été du reste à plusieurs reprises l'objet de travaux importants : Treub les a étudiées sur les racines de la canne à sucre [2], Wildeman sur les racines du *Clerondendron Bungei* [3] ; MM. Vuillemin et Legrain, sur des plantes cultivées au Sahara [4], et plus récemment M. Queva [5] en a décrit sur une Monocotylédone le *Dioscorea illustrata*. Néanmoins l'étude topographique et la constitution de ces tumeurs présente ici un certain nombre de particularités qu'il nous paraît intéressant de signaler.

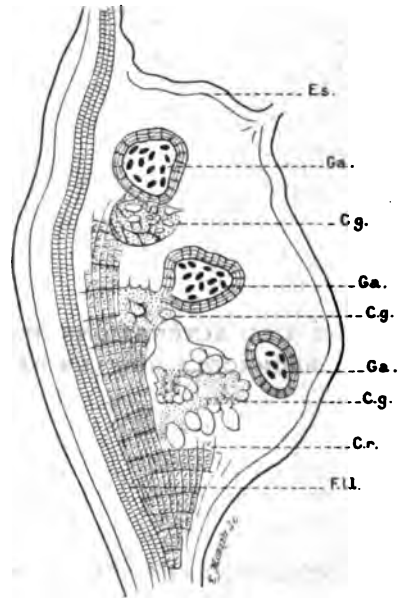


FIG. 2

Coupe longitudinale 1/2 schématique d'une tumeur radiculaire. Gross. 10 diamètres : *Cg* cellules géantes, *Cr* éléments réticulés, *Es* écorce secondaire, *Fil* Faisceau libéro-ligneux primitif, *Ga* galle.

Lorsque ces tumeurs siègent sur des radicelles (*fig. 3 et 4*) nous voyons celles-ci se renfler en chapelet et devenir extrêmement friables ; non seulement les régions tuméfiées se détachent facilement les unes des autres, mais les radicelles se détachent en outre avec la plus grande facilité des racines plus âgées.

L'étude microscopique nous a montré que ces tumeurs étaient unilatérales par rapport au faisceau libéro-ligneux ; par suite de l'irritation

1. Krankeiten der Pflanzen. T. III. p. 22. Breslau 1896.
2. Ann. Jard. Bot. Buitenzorg 1886, p. 93.
3. Ann. Soc. Belge de Microscopie, 20e année, p. 228.
4. Comp. Rend. Ac. des Sc. Tom. CXVIII, p. 549.
5. Assoc. franç. Avancement des Sciences, 23e Session, Caen, 1894, p. 629.

du parasite le tissu parenchymateux se divise rapidement et sous l'influence de cette pression intérieure l'écorce s'exfolie, l'endoderme et le péricycle deviennent méconnaissables et toute la tumeur entourée d'une assise subéreuse assez épaisse n'est formée en dehors des systèmes conducteurs primitifs et de nouvelle formation que par une masse de parenchyme où sont disséminées les galles. Celles-ci proviennent comme M. J. Chatin l'a montré le premier du corps des femelles transformé. Après la fécondation et à mesure que les œufs se développent, la couche musculo-cutanée du ver s'atrophie et se transforme en un petit kyste brunâtre ; en même temps les tissus de la plante se modifient et chacune des galles est bientôt entourée de 8-10 assises de cellules subérifiées qui la séparent des tissus parenchymateux ambiants et permettent sa facile énucléation.

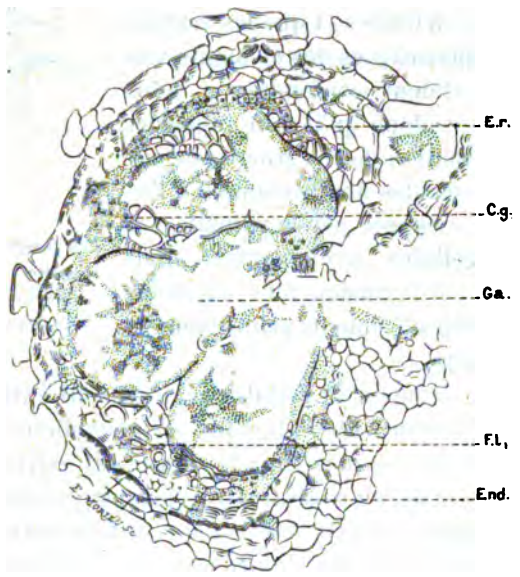


FIG. 3

Coupe transversale d'une racine faite au niveau d'une tumeur. Gross^t 100 diamètres : *Cg* cellules géantes, *End* Endoderme, *Er* éléments réticulés, *Fl*, Faisceau ligneux primaire, *Ga* gale.

A l'une des extrémités de ces galles et toujours à celle qui correspond à l'extrémité céphalique du nématode, on rencontre des groupes de cellules se distinguant facilement par leur taille et leur contenu des autres éléments histologiques de la tumeur; ces cellules appelées 'lules *géantes*, ont une forme arrondie ou irrégulière et peuvent ›indre 0^mm 1 à 0^mm 2; elles se forment aux dépens du tissu paren-'mateux de la racine. En dedans d'une paroi cellulosique mince, éléments ont un protoplasma abondant dont les mailles entourent vacuoles de volume considérable et renferment de nombreux aux, MM. Vuillemin et Legrain ont signalé dans leurs obser-ions des cellules géantes renfermant plus de 50 noyaux.

Dans les cellules géantes des tumeurs du Papaya gracilis, nous n'avons jamais vu ce nombre dépasser 10 ou 15. Dans nos préparations nous avons observé en outre que les cloisons de séparation des cellules géantes étaient plus ou moins détruites et que les masses protoplasmiques des éléments voisins étaient confondues ; nous croyons donc qu'il faut rapporter la formation de ces groupes de cellules géantes non seulement à l'irritation causée par le parasite sur les cellules avoisinantes, mais encore à la fusion plus ou moins complète d'éléments primitivement distincts.

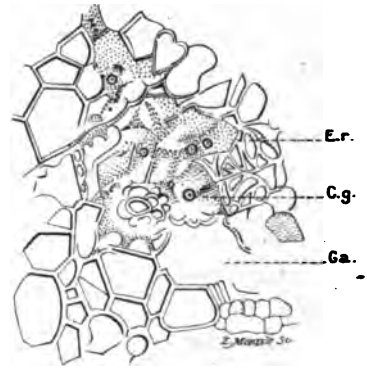


Fig. 4

Un groupe de cellules géantes. Grossst 300 diamètres : *Cg* cellules géantes avec de nombreux noyaux et des parois cellulaires désorganisées, *Er* Éléments réticulés, *Ga* gale.

Ces groupes de cellules géantes sont extérieurement limitées par des faisceaux libéro-ligneux de nouvelle formation : la portion libérienne de ces nouveaux faisceaux est extrêmement réduite, la partie ligneuse est au contraire très développée mais formée d'éléments tous semblables, courts et réticulés ; ces faisceaux se réunissent et viennent accoler leur portion ligneuse au bois du faisceau primitif.

Les Tumeurs radiculaires du Papaya gracilis ne dépassent guère le volume d'une noix, souvent même avant d'atteindre cette taille elles se putréfient ; les parasites ainsi mis en liberté vont infester d'autres parties de la même plante ou des plantes voisines et le végétal meurt finalement par suite de la non formation de nouvelles radicelles. Ce fait éloigne le Papaya gracilis de la majorité des dicotylédones qui résistent à l'action du parasite par une formation radiculaire nouvelle et abondante et démontre que le parasite se conduit différemment selon les végétaux qu'il envahit : M. Quéva a montré en effet que le *Dioscorea illustrata* est indifférent à son action, et MM. Vuillemin et Legrain disent que pour les plantes potagères cultivées au Sahara, les cellules géantes fonctionnent comme des réservoirs d'eau destinés à alimenter le végétal pendant les périodes de sécheresse, et qu'il y a non pas parasitisme, mais symbiose.

Le Papaya gracilis s'est montré jusqu'ici particulièrement sensible à l'action de l'Heterodera radicicola, les Papaya carica cultivés à côté ont paru jusqu'ici résister à son action.

M. P. GAUCHERY
Licencié ès-sciences, à Paris

NOTES ANATOMIQUES SUR QUELQUES VIGNES HYBRIDES

[581.4]

— Séance du 10 août —

Trois hybrides, issus de la fécondation croisée artificielle des Gamay, Pineau, Canada, par le Rupestris ordinaire, feront l'objet de cette note.

Ils nous ont été gracieusement offerts, par M. Armand Veau, viticulteur à Auxey (Côte-d'Or), à qui nous adressons ici tous nos remerciements.

Dans le catalogue de M. Millardet, ils sont étiquetés :

Pineau × Rupestris N° 1305 (Couderc)
Gamay × Rupestris N° 1302 (Couderc)
Canada × Rupestris N° 3303 (Couderc)

Leur étude anatomique et quelques données fournies par la morphologie externe montreront quelles sont les affinités avec chacun des générateurs.

Structure du limbe

Rupestris ordinaire (Schule). — Feuilles petites *(fig. 1)*, entières cordiformes, plus larges que longues et repliées en gouttière, complètement glabres sur les deux faces d'un vert glauque avec nervures roses à la naissance, ouverture aussi grande que possible du sinus pétiolaire, de sorte que les deux bords inférieurs de la feuille sont sur la même ligne.

Dents courtes, plus ou moins arrondies à sinus obtus. Les deux nervures latérales sont légèrement incurvées à concavité interne et forment avec la nervure médiane un angle très aigu.

En coupe transversale, on voit l'épiderme inférieur l'épiderme supérieur déprimés en sillons à chacune faces, en regard des nervures moyennes et petites. Par contre, les nervures principales font saillie sur deux faces.

Fig. 1

A ce niveau, les faisceaux libero-ligneux sont surmontés d'un arc de collenchyme et l'épiderme supérieur est recouvert de poils unicellulaires.

Le limbe est peu épais, à grandes palissades atteignant la moitié de sa hauteur et à parenchyme lacuneux dont les cellules se disposent vaguement en deux, trois ou quatre rangées dont l'assise inférieure est assez haute pour constituer vaguement un hypoderme.

Pas de stomates supérieurement.

Pineau. — Feuilles moyennes assez grandes, nettement trilobées, presque aussi longues que larges, glabres et un peu rugueuses à la face supérieure qui est d'un vert foncé, recouvertes d'un léger duvet à la face inférieure. Sinus pétiolaire aigu, à bords concaves en dedans : Sinus latéraux généralement bien marqués : Dents obtuses à sinus aigus.

Les deux nervures latérales principales sont rectilignes, elles forment, avec la médiane, un angle moins aigu que dans Rupestris.

En coupe transversale, nervures très proéminentes à la face inférieure. Parenchyme collenchymateux au contact des deux faces formant un pédicule grêle, reliant le faisceau libero-ligneux à la face supérieure de la feuille.

Au moins deux faisceaux libero-ligneux, le plus souvent quatre se regardant par leur bois en fermant un cercle presque complet.

Le limbe est épais ; les palissades n'atteignent que le tiers de sa hauteur, 5 ou 6 rangées de cellules lacuneuses, hypoderme bien différencié.

Pineau × Rupestris 1305. — Feuilles moyennes subtrilobées, un peu plus larges que hautes, à sinus pétiolaire aigu, à bords concaves en dedans. Sinus latéraux bien marqués, dents obtuses à sinus aigus.

Les deux nervures latérales principales sont légèrement incurvées en dedans, formant avec la nervure médiane un angle aigu, intermédiaire entre Rupestris et Pineau.

En coupe transversale, saillie sur les deux faces des nervures principales : au moins deux faisceaux libero-ligneux, quelquefois quatre.

Limbe épais, palissades n'atteignant pas la moitié de la hauteur du limbe. Quatre rangées de cellules lacuneuses ; hypoderme différencié.

Les dimensions des stomates sont celles du Rupestris.

Canada. Synonyme : hybride d'Arnold n° 16. — Feuilles moyennes quinquelobées à sinus pétiolaire assez profond, peu ouvert, à sinus latéraux profonds *(fig. 2)*.

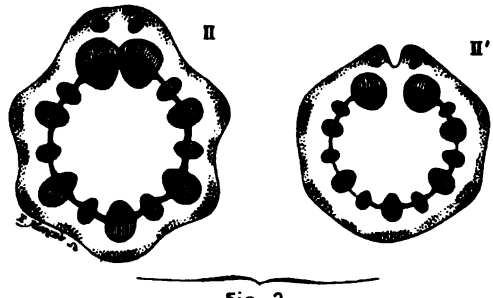


Fig. 2

Face supérieure glabre d'un vert assez foncé : Face inférieure d'un vert plus pâle et recouverte sur les nervures et sous-nervures de touffes de poils

cotonneux articulés. Deux séries de dents assez aigus, à crochet bien marqué dirigé en haut.

En coupe transversale, la nervure médiane montre sa saillie inférieurement, tandis que supérieurement la dépression de l'épiderme n'existe pas ou est peu marquée.

Le parenchyme de la nervure, entoure le faisceau libero-ligneux en formant un pédicule qui le rattache à la face supérieure.

Les palissades atteignent la moitié de l'épaisseur du limbe : il n'y a pas d'hypoderme.

Épiderme supérieur à cellules petites à parois rectilignes. Épiderme inférieur également à cellules petites à longs poils articulés sur les nervures : ces poils ne sont pas très nombreux; quelques-uns possèdent 2, 3 ou même jusqu'à 6 cellules ; à leur base les cellules épidermiques ne forment pas rosace.

On voit aussi des canaux sécréteurs au niveau de la limite inférieure des palissades.

Canada × *Rupestris* 3.303. — Feuilles moyennes presque entières, légèrement quinquelobées à sinus pétiolaire peu ouvert, à sinus latéraux beaucoup moins profonds que dans Canada *(fig. 2')*.

Dents courtes, obtuses, plus ou moins arrondies.

En coupe transversale, nervures moyennes saillantes sur les deux faces, plus fortement à la face inférieure.

Limbe peu épais.

Pas de poils articulés, mais des poils unicellulaires sur la face supérieure.

Deux faisceaux libero-ligneux se regardant par leur bois comme dans Rupestris.

Parenchyme lacuneux très irrégulier comme dans Canada, développé comme dans Rupestris.

Gamay. — Feuilles moyennes *(fig. 3)* quinquelobées à lobes supérieurs bien marqués, à lobes inférieurs peu nets, aussi larges que longues. Sinus pétiolaire formant un angle aigu. Face supérieure d'un vert clair et glabre ; face inférieure un peu plus claire et presque glabre.

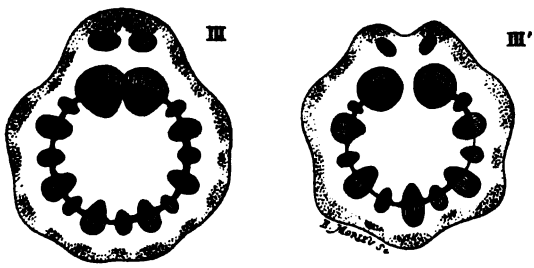


Fig. 3

Dents courtes, obtuses, irrégulières, à pointes bien marquées, nervures rales rectilignes.

En coupe, saillie à la face inférieure des nervures, dépression à leur

niveau sur la face supérieure. Collenchyme au-dessus et au-dessous du faisceau libero-ligneux.

Limbe épais.

Gamay × *Rupestris*. — Feuilles presque entières *(fig. 3')*, légèrement trilobées, à sinus pétiolaire plus ouvert que dans Gamay, à dents courtes Sinus latéraux peu marqués.

Faces glabres.

En coupe transversale, saillie des grosses nervures sur les deux faces, surtout inférieurement.

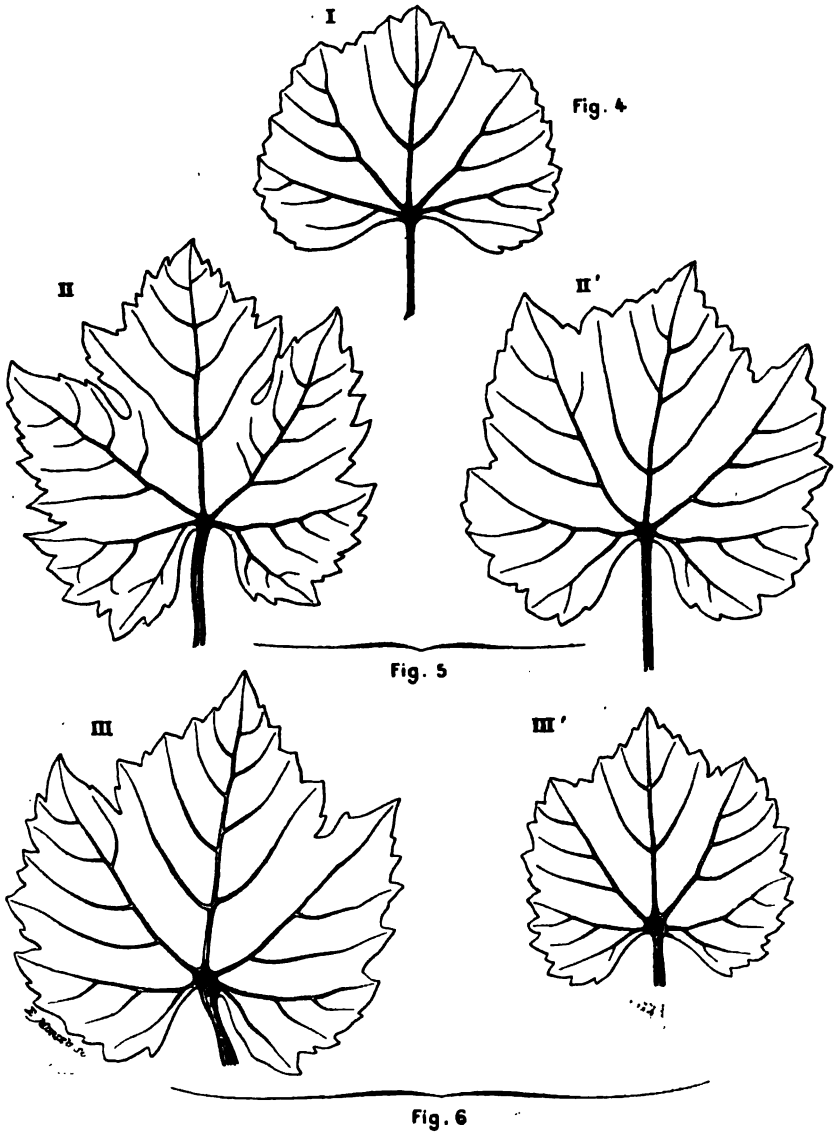


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Structure du pétiole

Rupestris. — Pétiole en coupe transversale *(fig. I)*, aplati et légèrement canaliculé par une échancrure supérieure délimitée de chaque côté par une ailette aiguë.

L'anneau libero-ligneux, aplati de haut en bas, est ouvert supérieurement et délimité à ce niveau par deux gros faisceaux libero-ligneux de forme ovoïde sur la coupe, et à grand axe perpendiculaire au plan médian du pétiole.

Les autres faisceaux libero-ligneux sont des plus petits : outre l'arc libero-ligneux ainsi constitué, on observe deux petits faisceaux à bois supérieur, pericycle inférieur situés dans les deux ailettes supéro-latérales.

Gamay. — Pétiole en coupe transversale présentant une forme étoilée à angles très saillants, surtout le supérieur et arrondis.

Cylindre central à contour circulaire fermé et composé de faisceaux libero-ligneux dont les plus gros correspondent aux cannelures. Les deux faisceaux supérieurs l'emportent de beaucoup par leur développement sur celui des autres et correspond à la saillie médiane et supérieure la plus développée, ils sont ovoïdes sur la coupe, à grand diamètre parallèle au plan médian du pétiole.

En outre deux petits faisceaux libero-ligneux leur correspondent dans l'écorce et tournent leur bois du côté du plan médian.

Gamay × Rupestris. — Pétiole en coupe transversale à forme étoilée, à angles saillants et arrondis. Sur la face supérieure échancrure très nette délimitée de chaque côté par une ailette à contours arrondis.

Arc libero-ligneux circulaire, ouvert supérieurement et délimité à ce niveau par deux gros faisceaux libero-ligneux ovoïdes dont le plus grand axe est parallèle au plan médian du pétiole. En outre deux petits faisceaux libero-ligneux lui correspondent dans l'écorce et tournent leur bois du côté du plan médian.

Pineau. — Pétiole aplati transversalement *(fig. III)*, hexagonal à cannelures peu saillantes, sauf la supérieure qui est très proéminente et arrondie.

Arc libero-ligneux fermé en haut par deux gros faisceaux libero-ligneux ovales sur la coupe et à grand diamètre vertical.

Écorce avec collenchyme très net.

Pineau × Rupestris.— Pétiole en coupe transversale hexagonal *(fig. III')*, à cannelures peu saillantes avec une échancrure supérieure correspondant à une gouttière peu marquée. Arc libero-ligneux ouvert en haut, au niveau de deux gros faisceaux libero-ligneux, ovales sur la coupe, à grand diamètre vertical.

Canada. — Pétiole *(fig. II)* plus haut que large, étoilé à angles arrondis ıt le supérieur est légèrement canaliculé.

rc libero-ligneux fermé. Deux faisceaux libero-ligneux en dehors de c, très rapprochés, correspondant à la saillie supérieure.

Parenchyme collenchymateux dans l'écorce, en regard des nervures.

Canada × Rupestris.— Pétiole polygonal sur la coupe *(fig. II')*, les cannures sont peu marquées. Supérieurement on remarque un sillon délié par deux crêtes arrondies.

Arc libero-ligneux ouvert.

2 faisceaux lib.-ligneux en dehors de lui, très rapprochés, parenchyme cortical collenchymateux.

Structure de la tige

Rupestris. — Forme circulaire sur la coupe.

Cylindre central à contours circulaires formé d'une moelle peu développée, d'un anneau ligneux continu et d'une zone de liber divisé en un certain nombre de faisceaux libériens par des rayons médullaires.

Assise subéreuse flanquée du côté externe d'îlots de pericycle scléreux en nombre égal à celui des faisceaux libériens.

Gamay. — La tige en coupe transversale est polygonale, à angles très marqués.

Cylindre central à contour étoilé.

Anneau libero-ligneux formé de faisceaux nettement séparés les uns des autres par des rayons médullaires sclérifiés.

Liber possédant des fibres sclérifiées ; plus extérieurement du liège et en dehors des îlots de péricycle.

Dans l'écorce, les tissus deviennent collenchymateux dans les angles : on trouve à ce niveau des canaux sécréteurs très nets.

Gamay Rupestris. — Forme polygonale sur la coupe.

Cylindre central à contour circulaire.

Écorce à cellules uniformes sans collenchyme dans les angles.

Le liber possède des fibres sclérifiées.

Pineau. — Forme polygonale sur la coupe.

Cylindre central à contour circulaire présentant les mêmes particularités anatomiques que celui des Rupestris.

L'écorce est en général bien développée, à assises nombreuses dont les cellules de la zone interne sont plus grandes ; les cellules corticales internes sont aplaties tangentiellement, tandis que les cellules corticales externes sont cubiques. On observe de plus du collenchyme dans les angles.

Pineau × Rupestris. — La coupe a un contour polygonal.

Les assises corticales sont nombreuses ; les cellules corticales internes sont aplaties. Le collenchyme se développe peu.

Canada. — La tige, en coupe transversale, a un contour irrégulier : le parenchyme cortical est uniforme.

Le cylindre central est limité par un pericycle sclérifié formant des îlots nettement séparés les uns des autres ; les faisceaux libériens sont à leur face interne, et le bois forme une zone composée de vaisseaux d'un calibre assez développé et de fibres ligneuses disposées en files radiales régulières très nombreuses.

Canada × Rupestris. — La coupe a une forme circulaire comme celle de Rupestris. Le cylindre central est formé d'une moelle peu développée ; d'un anneau ligneux bien développé et d'une zone de liber divisée en un certain nombre de faisceaux par des rayons médullaires.

Ce liber possède des fibres sclérifiées, comme on peut en observer quelquefois dans la tige des Rupestris.

Assise subéreuse flanquée du côté externe d'îlots de pericycle scléreux en nombre égal à celui des faisceaux libériens.

Réflexions. — La fécondation croisée dans le genre Vitis apporte des modifications morphologiques et structurales manifestes quand on compare l'hybride à l'espèce qui a servi de porte-ovules.

Elle nous montre que la feuille est modifiée dans sa forme extérieure, lobes, dents, sinus pétiolaire et latéraux (Canada × Rupestris), modifications encore plus accentuées dans d'autres exemples (Alicante × Rupestris) : ailleurs ce sont les dimensions mêmes des feuilles que modifie le pollen étranger. (Gamay × Rupestris.)

Le pétiole témoigne également de l'influence de la fécondation croisée : la forme extérieure de la coupe transversale se présente exactement intermédiaire aux espèces génératrices; la gouttière supérieure bien marquée chez les Rupestris se retrouve chez tous les hybrides. Mais c'est surtout la conformation de l'arc libero-ligneux pétiolaire qui présente un grand intérêt. Tandis que dans les Gamay, Canada, Pineau, Alicante, il est fermé, isolant un cylindre central de l'écorce, il est ouvert en haut dans les Rupestris et dans les hybrides. C'est là une constatation importante : modification constante de la structure de l'arc libero-ligneux, rappelant exactement celle du porte-pollen.

Enfin, le collenchyme cortical se modifie peu ou pas du tout.

Quant aux tiges, c'est généralement la structure des Rupestris qui domine, sauf dans Gamay × Rupestris où la forme de la coupe, le liber avec ses fibres sclérifiées, et la zone ligneuse nettement divisible en faisceaux par des rayons médullaires, rappellent exactement Gamay.

Nous espérons que cette étude poursuivie chez un grand nombre d'espèces, viendra un jour éclairer la question si intéressante de la transmission des caractères spécifiques dans la fécondation croisée.

M. E. ROZE
à Chatou

NOTES ET SOUVENIRS EXTRAITS DE L'HISTOIRE DES PLANTES RARES DE CHARLES DE L'ESCLUZE (RARIORUM PLANTARUM HISTORIA, 1601) [580-1]

— Séance du 10 août —

Cette Histoire des plantes rares de Charles de l'Escluse ou Clusius n'a pas la sécheresse ou la concision de nos Flores actuelles. Chaque plante y est décrite avec de grands détails et figurée d'ordinaire avec beaucoup de soin : cela tient à ce que Clusius ne décrivait pas les végétaux rares ou nouveaux qu'il pouvait se procurer, d'après des échantillons desséchés; il ne le faisait que lorsque des pieds vivants lui manquaient pour les décrire et les faire dessiner. Il cultivait dans son jardin presque toutes les plantes qu'il voulait faire connaître : c'est ainsi qu'il parle de celles qu'il transportait vivantes, à Vienne (Autriche) ou à Francfort-sur-le-Mein, dans son petit jardin de culture et d'études, ou bien de celles qu'il y élevait de graines, ou qu'il y plantait à l'état de bulbes, de rhizomes ou de tubercules. Ses descriptions ont singulièrement gagné à cette méthode consciencieuse de travail, et si l'on tient compte en outre de ce fait qu'elles sont souvent accompagnées d'annotations instructives et qu'elles relatent les noms des donateurs, l'année de leur réception, ou bien encore les circonstances de leur récolte, on peut dire que chacune d'elles a son histoire particulière. J'ai relevé un certain nombre de ces annotations, qui m'ont paru n'être pas dépourvues d'intérêt. J'en citerai ici quelques-unes.

A propos du Sapin (*Abies pectinata* D C.), Clusius s'exprime ainsi : « J'ai observé sur cet arbre, en 1583, le Gui, que j'ai vu ensuite, mais en plus grande abondance, en 1585, dans le parc de l'Illustre Hyneck, à Waldstain, non loin de Piernitz, en Moravie. Ce Gui s'y montrait couvert de ses baies blanches. Les marchands de vin de Vienne (Autriche) ont l'habitude de suspendre de petites branches de

Sapin au-dessus de la porte de leurs cabarets, alors que les habitants d'autres pays emploient pour cela le Lierre. » En France, on s'est servi à cet effet de jeunes pieds de Génevriers, plus rarement de couronnes de Lierre. Mais cét usage du Lierre, consacré à Bacchus, devait être très ancien.

Au XVIe siècle, on ne connaissait pas encore les serres [1], et l'on ne pouvait préserver du froid les plantes frileuses qu'en les rentrant dans les maisons, après les avoir mises en pots. Comment protéger celles qu'on voulait néanmoins conserver dans le jardin ? Il semble qu'une couverture de feuilles était tout indiquée : on se servait plutôt de rameaux de Sapin.

Voici ce que dit Clusius, à propos d'un *Teucrium :* « Je cultivais cette espèce pendant quelques années, à Vienne, dans mon petit jardin (*hortulo*) : je l'ai conservée en l'abritant légèrement contre les rigueurs du froid avec des rameaux de Sapin ; mais le cruel hiver de 1586 la fit périr avec d'autres plantes de premier choix. » Puis à propos de l'*Aristolochia longa* L. « Cette espèce croît en Espagne, dans les vignes, et est très commune dans le Royaume de Valence, où je la récoltais en Mars portant des fleurs et commençant déjà à mûrir ses graines. Mais lorsqu'on la cultive, soit en Allemagne, soit en Belgique, elle supporte si difficilement le froid qu'elle demande beaucoup de soins pour être conservée. J'ai voulu quelquefois en courir la chance, à Vienne, et j'ai essayé de lui faire passer l'hiver dans le jardin, il est vrai recouverte de rameaux feuillés de Sapin, comme d'autres plantes que j'avais l'habitude de conserver de cette façon. Mais je n'ai jamais réussi et je l'ai toujours perdue. C'est pourquoi, rendu plus prudent par cette perte, je l'ai cultivée depuis dans des pots de terre cuite. »

La description du *Thuya occidentalis* L. est accompagnée de la note suivante : « J'ai vu cet arbre pour la première fois, dit Clusius, dans le jardin royal de *Fontainebelleau*, non loin d'Orléans, en France. François Ier, roi de France, le grand Mécène de tous les lettrés, l'avait reçu de la région de l'Amérique septentrionale appelée *Canadas*, et cet arbre, je crois, n'était pas encore connu en Europe auparavant. Je le vis ensuite chez le savant Nicolas Rassius, célèbre chi-

1. Les Serres vitrées ont été construites d'abord au XVIIe siècle. Séb. Vaillant obtint Fagon de faire établir la 1re serre à fourneaux du Jardin des plantes, en 1714. Guy la Brosse nous a appris qu'en 1636 l'on couvrait en hiver dans ce jardin les ıntes méridionales avec une charpente faite exprès, et Tournefort expliqua que, plus ı, entre les doubles planches qui entouraient ces sortes de serres et qui étaient ›tantes de 2 à 3 pouces, on remplissait l'espace vide avec du son de la farine de ł sarrazin, ce qui maintenait ces serres bien sèches.

rurgien du roi, de qui j'en reçus communication en Belgique, où cet arbre est devenu maintenant si commun, qu'il n'est pas de curieux amateur de plantes qui ne le possède dans son jardin. De la Belgique, cet arbre est passé dans la plupart des jardins de l'Allemagne. On peut, en effet, le multiplier rapidement, car les rameaux mis en terre prennent facilement racine, ainsi que je l'ai souvent expérimenté, surtout dans un endroit ombragé et dans un sol gras et fertile. Il naît aussi de semence... et résiste bien au froid... Les Français l'appellent *arbre de vie*, je ne sais pour qu'elle raison, à moins par hasard que ce ne soit à cause de son feuillage persistant, ce qu'il a de commun pourtant avec d'autres arbres, ou bien parce qu'ils estiment que son odeur pénétrante est salutaire... Les Herboristes lui donnent les noms de *Thuja* et d'*Arbor vitæ*. »

Clusius dit encore, à propos du *Melampyrum arvense* L. : « J'avoue que j'ignore le nom qu'il convient de lui donner. Quelques-uns l'appellent *Blé de vache* (*Triticum vaccinum*) et *Melampyrum*... Mes compatriotes de l'Artois le connaissent sous le nom de *Rouge herbe*. Dans la partie de la Flandre occidentale où cette plante croît très abondamment dans les moissons (par la négligence de la plupart des paysans qui ne l'arrachent pas en temps utile), sa semence a l'effet d'altérer le pain et de le rendre plus noir; en outre, ceux qui mangent de ce pain éprouvent le plus souvent des douleurs de tête, absolument comme s'ils avaient absorbé de l'Ivraie. »

Clusius nous fait connaître aussi l'origine du terme spécifique *Ulmaria* de la Reine-des-Prés (*Spiræa Ulmaria* L.), en disant qu'elle était ainsi vulgairement nommée à cause de ses feuilles qui ressemblent à celles de l'Orme. Ceci ne peut se comprendre que parce que les botanistes de la Renaissance appelaient *folia* ou feuilles, les folioles des feuilles composées [1].

A propos de l'*Acorus Calamus* L., Clusius donne de curieux détails sur cette plante. « Je l'ai vue pour la première fois, dit-il, en 1574, mais en feuilles, à Vienne (Autriche) et je l'ai cultivée ensuite dans mon petit jardin. Elle m'avait été donnée par Auger de Busbecq, David Ungnad et Charles Rym, de Gand, ambassadeurs de l'Empereur auprès du Sultan. C'est une plante qui supporte très bien le froid et ne craint nullement les intempéries de l'hiver, et qui se propage très aisément par ses rejets. Je la répandis autant que je pus, à ce point qu'elle est devenue maintenant très commune chez tous les amateurs de plantes... C'est en 1577 et dans les années suivantes que je l'ai vue produire son chaton floral... J'ai appris qu'elle croissait

1. Voir C. R. du *Congrès de Bordeaux* (1895).

spontanément dans un grand lac, au pied d'une haute montagne, près de la ville de Prusa, en Bithynie, et j'ai reconnu qu'elle se développait beaucoup mieux, en effet, dans les localités particulièrement humides et le long des cours d'eau que dans les endroits secs. Lorsque mon ami Bernard Paludanus vint me voir à Vienne, en 1577, en arrivant de Pologne pour se rendre en Italie, il me dit qu'il avait trouvé cette plante en abondance au milieu des marais qui sont au-dessus de Vilna, dans la Lithuanie, du côté de la Moscovie. Il me donna l'assurance que les habitants l'appelaient *Tartarsky*, ce qui prouvait que l'usage primitif provenait des Tartares. Ceux-ci, en effet, transportaient partout la racine et ne buvaient pas d'eau qu'ils n'y eussent fait macérer d'abord cette racine de l'*Acorus*. Mathias de Michow, de Sarmatie, a publié aussi quelque chose de semblable sur le nom de cette plante. Or, à Constantinople, on a la coutume d'écorcer les racines fraîches de l'*Acorus* et de les nettoyer avec soin, puis de les conserver pour l'usage. Car le matin, à jeun, on a l'habitude d'en mâcher pour se préserver contre les contagions d'un air corrompu. Je tiens cela de Philibert de Bruxelles qui, revenant de Constantinople, me donnait un petit vase rempli de ces racines ainsi préparées. Maintenant, en Allemagne, certaines Dames nobles s'en servent pour l'usage domestique, et, à ce que j'ai appris, la plupart des Pharmaciens (tant la plante est devenue commune!) en préparent tous les ans jusqu'à des centaines de livres, si bien que les affaires que l'on fait avec cette plante ne sont pas à dédaigner. »

L'*Acorus Calamus*, le Roseau odorant, a bien perdu de ses vertus. Mais Clusius avait résidé à Montpellier, à l'âge de 25 ans : il s'était fait inscrire à l'Université de cette ville, le 3 octobre 1551, et était devenu l'hôte et le disciple assidu du Professeur Rondelet. C'est là qu'il se prit de passion pour la Botanique, à laquelle il devait plus tard faire le sacrifice de ses droits d'aînesse et consacrer sa vie tout entière. En rédigeant son Histoire des plantes rares, plus de trente ans après, il y annotait quelques-uns des souvenirs de sa jeunesse. C'est ainsi qu'il se rappelait, à Montpellier, avoir vu l'*Oxalis corniculata* L. dans le jardin de Guichard, professeur de médecine de l'Académie, et avoir planté dans le jardin du très célèbre médecin Guillaume Rondelet, le *Scolopendrium vulgare* Smith qu'il avait recueilli dans les Cévennes. Il se souvenait même d'avoir observé pour la première fois l'*Hypecoum procumbens* L., en 1552, au-dessus de la ville de Nîmes, entre Aimargues et Vauvert, sur la route d'Arles. Enfin la description de son *Ruta montana* est accompagnée de l'annotation suivante :

« Toute cette plante, dit Clusius, a une odeur si pénétrante et si forte qu'elle imprègne les mains de celui qui la cueille, même à travers de triples gants, comme je l'ai expérimenté plus d'une fois. Et si quelqu'un la cueille avec la main et passe ensuite cette main sur son visage, elle y produit aussitôt une violente inflammation, ainsi que l'a très bien décrit Dioscoride. Je me souviens, à ce propos, que lorsque je résidais à Montpellier, un étudiant allemand, qui s'était joint à moi comme compagnon d'herborisation, avait reçu de moi la recommandation de ne pas se toucher la figure après avoir récolté cette plante. Il s'abstint donc de le faire. Mais comme la chaleur était brûlante et que nous traversions un lieu découvert, désert et stérile, très éclairé par les rayons solaires, sans possibilité aucune pour nous de trouver le moindre feuillage, tandis que je n'y prenais pas garde, il cueillit à pleines mains de jeunes rameaux de cette Rue et les posa sur sa tête, en la couvrant ensuite avec son chapeau : il croyait de cette façon se préserver la tête de l'ardeur du soleil. Mais il ne tarda guère à éprouver les graves effets que produit la plante : sa tête commença à devenir le siège d'une vive chaleur, puis son front inondé de sueur se trouva comme attaqué par un érysipèle, avec une éruption inflammatoire caractérisée. Il fallut, une fois de retour à la ville, le soigner en lui appliquant les remèdes nécessaires. »

On peut juger, par ce que nous venons de citer, que Charles de l'Escluse ne négligeait pas de rendre instructive son Histoire des plantes rares.

M. Henri JODIN

Préparateur de Botanique à l'Université de Paris

DE LA NERVATION DES PIÈCES FLORALES CHEZ LES BORRAGINÉES GAMOSÉPALES ET DIALYSÉPALES[1] [581.4]

— Séance du 10 août —

Le système libéro-ligneux floral des Borraginées est aujourd'hui assez bien connu, surtout depuis un travail récent [2] dans lequel l'au-

1. Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau dirigé par M. Gaston Bonnier.

2. P. Grélot. Recherches sur le système libéro-ligneux floral des Gamopétales bicarpellées. Paris 1898.

teur a étudié le mode de vascularisation d'un certain nombre de genres. Mais un détail qu'il a passé sous silence, et qui, cependant, paraît présenter un certain intérêt, est l'étude comparée de cette vascularisation chez les plantes gamosépales et dialysépales de cette famille L'on peut en effet se demander si la ramification des faisceaux floraux s'opère d'une façon uniforme dans ces deux groupes, ou bien si elle présente des variations dues aux différences de rapport de chacun des organes.

Pour faire cette comparaison, nous prendrons comme type de Borraginée gamosépale un genre peu étudié à ce point de vue, quoique présentant à peu près la disposition vasculaire normale, le genre *Omphalodes;* le type de Borraginée dialysépale nous sera fourni par le genre *Cerinthe.*

Si nous prenons un échantillon d'*Omphalodes linifolia*, et que nous fassions une coupe transversale dans un pédoncule floral, nous voyons que le système vasculaire y est représenté par un anneau libéro-ligneux continu, ayant en son milieu le parenchyme médullaire. A un niveau un peu plus élevé, c'est-à-dire à la base même de la fleur, on voit cet anneau se morceler en cinq îlots distincts, chacun des faisceaux ainsi formés étant séparé de son voisin par un rayon médullaire (*fig. 1*). Mais, à peine cette individualisation des faisceaux a-t-elle eu lieu, que chacun des faisceaux se divise à son tour en deux, dans le sens radial, ce qui se manifeste en coupe par l'apparition de cinq nouveaux rayons médullaires dans l'intervalle des cinq premiers (*fig. 2*). Nous avons alors dix faisceaux dont cinq sont destinés aux sépales, et les autres doivent par leurs ramifications se distribuer à tous les autres organes floraux. A partir de ce niveau, on peut voir sortir de l'anneau et se diriger obliquement en dehors,

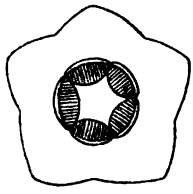


Fig. 1

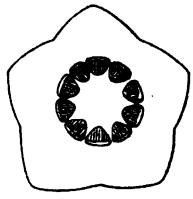


Fig. 2

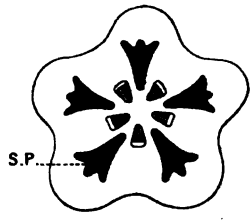


Fig. 3

s cinq faisceaux sépalaires (*fig. 3*) ; à peine sortis de l'anneau, ils e divisent chacun en trois, l'un médian (S. M. *fig. 4*) et les deux utres, marginaux (S. m. *fig. 4*). Pendant ce temps, les cinq faisceaux ui sont restés au milieu se sont réunis bord à bord, de façon à reforner un anneau, à l'intérieur des faisceaux sépalaires. L'anneau vas-

culaire ne tarde pas à prendre une forme pentagonale (*fig. 5*), et de chaque sommet du pentagone, on voit s'échapper un faisceau qui n'est autre qu'un faisceau pétalaire définitif (P. *fig. 6*). Dans l'inter-

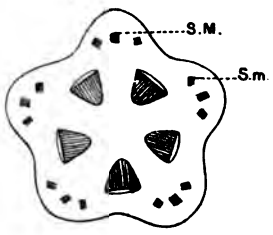


Fig. 4

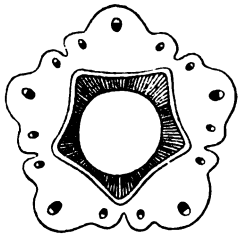


Fig. 5

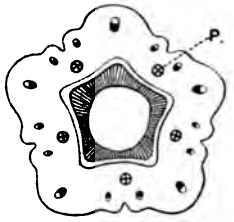


Fig. 6

valle des précédents, s'échappe alors un faisceau staminal d'une façon absolument identique (E. *fig.7*). C'est à peu près vers ce niveau que s'isole le calice (*fig. 8*). La corolle s'isole à son tour légèrement au-dessus, ayant dans son parenchyme non seulement les faisceaux pétalaires, mais encore les faisceaux staminaux. Aussitôt, la partie

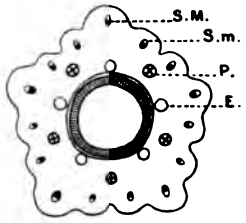


Fig. 7

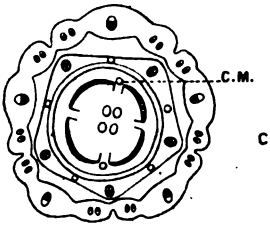


Fig. 8

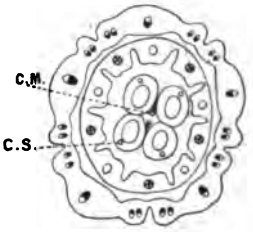


Fig. 9

vasculaire centrale se sépare en quatre arcs vasculaires et deux faisceaux. Ces arcs donnent 1° les faisceaux funiculaires dont chacun se distribuera à l'ovule correspondant; 2° les faisceaux carpellaires secondaires qui resteront dans la paroi de chaque demi carpelle. Les deux faisceaux sont les deux carpellaires médians (C. M. *fig. 8*, *fig. 9*), qui se dirigent dès ce niveau obliquement vers le centre, gagnent le style où ils montent parallèlement, restant toujours séparés.

Passons maintenant à l'étude de la fleur dans le genre *Cerinthe*, pour voir comment s'y distribue le système libéro-ligneux. A la base de la fleur, le système vasculaire se comporte de la même façon que dans le genre *Omphalodes*. Même division en dix faisceaux (*fig. 10*), avec cette différence qu'au lieu d'être tous de même taille, ils sont de grandeurs absolument inégales (*fig. 11*). Les faisceaux sépalaires gagnent la périphérie (*fig. 12*), tandis que les autres se soudent en un anneau libéro-ligneux complet. Les faisceaux sépalaires se trifur-

quent, mais il est à remarquer que cette ramification n'a pas lieu pour chacun d'eux au même niveau. Nous appellerons S_1 le faisceau qui

Fig. 10

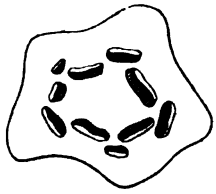


Fig. 11

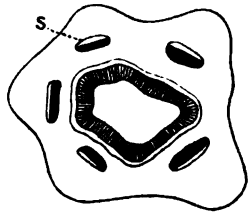


Fig. 12

se ramifie le premier, S_2. S_3, etc., les suivants. Sur les figures 13, 14, 15, on peut voir que cette trifurcation ne s'effectue pas en s'avançant d'un faisceau au faisceau voisin, mais en en passant toujours un. Quand elle a eu lieu dans S_1 et dans S_2, on peut constater, avant qu'elle n'ait lieu dans S_3, l'apparition des faisceaux pétalaires (P. *fig. 13*), sortant tous sensiblement au même niveau du système

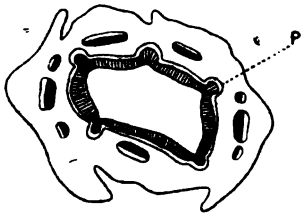


Fig. 13

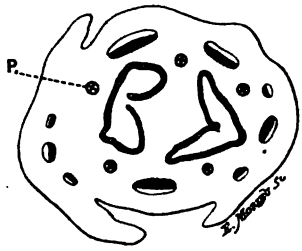


Fig. 14

vasculaire central, et alternant régulièrement avec les sépalaires médians. En même temps que la trifurcation de S_3 on constate l'apparition des faisceaux staminaux, lesquels n'apparaissent pas non plus tous au même niveau. Celui qui se montre le premier (E_1 *fig. 15*)

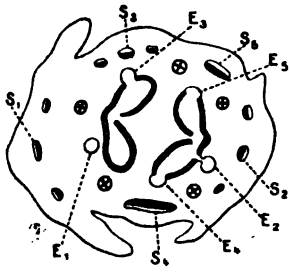


Fig. 15

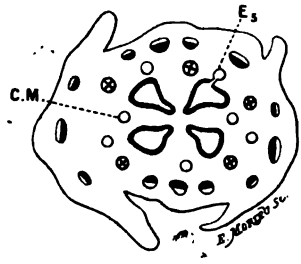


Fig. 16

est le staminal voisin de S_1, puis vient E_2, voisin de S_2, et ainsi de suite, l'ordre d'apparition des faisceaux staminaux étant rigoureusement le même que l'ordre de ramification des sépalaires. En outre, le système vasculaire central s'est disposé en deux croissants à concavité regardant le centre, dont l'un a donné naissance à deux faisceaux staminaux, et l'autre à trois.

Dès que le dernier faisceau staminal s'est individualisé, chaque croissant se divise en deux arcs vasculaires destinés aux deux demi-carpelles, séparés, au niveau de la scission, par un faisceau qui est le carpellaire médian (C. M. *fig. 16*). Des quatre arcs vasculaires centraux dérivent les faisceaux funiculaires, un pour chaque ovule, et les faisceaux carpellaires secondaires pour la paroi de chaque demi-carpelle (C. S. *fig. 18)*. Dès lors et c'est à ce niveau seulement que

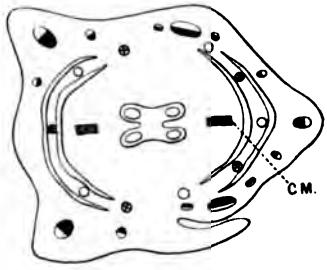


Fig. 17

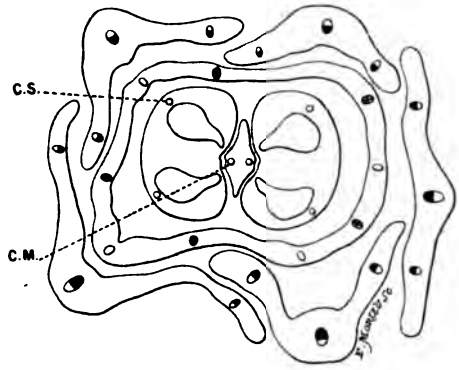


Fig. 18

s'opère la trifurcation du cinquième sépalaire, on peut voir le calice et la corolle s'individualiser vis-à-vis la partie médiane de chaque carpelle (*fig. 17)*, mais non encore sur leurs parties adjacentes. Dès que la séparation aura gagné ces parties adjacentes, les faisceaux carpellaires médians iront, en obliquant, jusqu'au centre de la fleur, pour gagner le style où ils se placeront symétriquement.

En résumé, nous pouvons déduire des deux descriptions qui précèdent, des différences notables entre le genre *Omphalodes*, type de Borraginée gamosépale, et le genre *Cerinthe*, type de Borraginée dialysépale.

GENRE OMPHALODES	GENRE CERINTHE
Ramification des faisceaux sépalaires au même niveau (*fig. 4*).	Ramification des faisceaux sépalaires à des niveaux de plus en plus élevés (*fig. 13, 14, 15*).
Naissance des faisceaux staminaux à la même hauteur (*fig. 7*).	Faisceaux staminaux apparaissant successivement, dans le même ordre que la ramification des faisceaux sépalaires (*fig. 15, 16*).
Fragmentation immédiate de l'anneau vasculaire carpellaire en quatre arcs vasculaires et deux faisceaux carpellaires médians (*fig. 8*).	Division de l'anneau vasculaire en deux croissants dont chacun donnera deux arcs et un carpellaire médian (*fig. 14*).
Individualisation du calice et de la corolle partout au même niveau (*fig. 8*).	Individualisation du calice et de la corolle commençant vis-à-vis le milieu de chacun des deux carpelles (*fig. 17*).

M. Louis PICQUENARD
à Quimper

NOTE SUR MES HERBORISATIONS LICHÉNOLOGIQUES DANS LE FINISTÈRE EN 1897-98 [589-1 (441)]

— *Séance du 10 août* —

J'avais, jusqu'à la fin de l'année 1895, assez négligé les Lichens du ıistère. Depuis près de deux ans je me suis attaché à combler cette ıne et j'ai pu déjà communiquer à la Société botanique de France à la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France une ıne partie de mes découvertes.

Néanmoins, comme la Lichénologie du Finistère est encore peu nue, on me pardonnera, je l'espère, de revenir sur ce sujet intéıant au plus haut point.

A vrai dire, mon exploration du vaste et pittoresque Finistère a été plus suivie que minutieuse et je crois qu'il me reste beaucoup à faire pour pouvoir publier le catalogue détaillé de nos richesses lichénologiques.

Je désire, d'ailleurs, simplement attirer l'attention de mes confrères sur quelques-uns des faits les plus saillants, ne pouvant ici donner la longue liste de mes observations.

Je dois à l'illustre docteur W. Nylander, toujours si bienveillant à mon égard, à MM. les abbés Hue et Olivier, au T. C. frère Gasilien, à MM. les Professeurs Viaud-Grand-Marais et A. Boistel, d'avoir pu connaître le nom d'un certain nombre d'espèces.

M. l'abbé Hue, en particulier, a revu avec un soin minutieux des formes litigieuses dont il m'eût été impossible de parler et c'est grâce à son bienveillant concours que je puis publier aujourd'hui des renseignements que je n'eusse osé, de moi-même, exposer à la critique.

I. Espèces nouvelles pour le Finistère

Parmi les espèces nouvelles pour le Finistère, je citerai spécialement :

Stereocaulon denudatum E. Fr.,
Platysma sæpincola Ehrh.,
Peltigera scutata Duby,
Squamaria gelida Ach.,
Lecanora medians Nyl.,
» *Mougeottoides* Nyl.

Deux de ces espèces, *Platysma sæpincola* et *Lecandra Mougeotioides*, ne sont pas citées dans l'*Exposé systématique des Lichens de l'Ouest et du Nord-Ouest de la France* de M. l'abbé Olivier et peuvent être considérées comme nouvelle pour la région embrassée par cette Flore. Le *Peltigera scutata* a été découvert au cours d'une promenade faite en compagnie de mon excellent confrère M. Olivier, professeur à l'Ecole normale de Quimper.

II. Espèces ordinairement stériles trouvées avec des Apothécies

J'ai eu la bonne fortune de trouver fructifiées deux espèces ordinairement stériles dans notre région. Il s'agit d'abord d'un *Parmelia* du groupe de *P. perlata* dont une plaque m'a offert de belles apothécies à la forêt domaniale de Coatloc'h; M. l'abbé Hue a fait l'étude de mes échantillons et doit en publier le résultat.

Pendant une herborisatian faite en mai dernier à la forêt domaniale du Crannou, nous avons rencontré, M. Olivier et moi, de magnifiques

échantillons fertiles de *Sticta aurata* Ach. — On sait qu'il n'avait été trouvé jusqu'ici en France qu'une seule apothécie de cette espèce à la forêt de Bricquebec. L'échantillon de mon herbier porte 20 apothécies et laisse, par conséquent, fort en arrière celui de Bricquebec.

Dans une note fort intéressante parue dans le *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France*, sous le titre : *Fragments de Lichénologie bretonne*, mon aimable confrère M. le docteur F. Camus appelait également notre attention sur la stérilité habituelle du *Strictina scrobiculata* Nyl., dans l'Ouest de la France. Il ressort de mes constatations que les forêts finistériennes en renferment çà et là de beaux exemplaires fertiles. Je pourrais citer plusieurs localités. Je me borne à mentionner deux échantillons : l'un, provenant de la forêt de Coatloc'h, est de la grandeur de la paume de la main et porte plus de 400 apothécies ; l'autre, recueilli à la forêt domaniale du Crannou, a 42 centimètres sur 24 et montre près de 200 apothécies. Mais, je tiens à le faire remarquer, le Finistère offre là une exception et, dans le reste de la région Bretonne-Vendéenne, *S. scrobiculata* est presque toujours stérile.

III. Nouvelles localités d'espèces rares

J'ai retrouvé dans la chaîne d'Arès, à Kergaër, l'*Alectoria bicolor* Ach., qui n'est pas cité dans la *Florule*, mais qui avait été trouvé déjà dans cette chaîne par les frères Crouan. C'est, avec *Evernia furfuracea* Ach., trouvé à la Feuillée par les mêmes botanistes, l'une de nos plus rares espèces.

Le *Sticta aurata* Ach., qui croît à l'intérieur sur les arbes de haute futaie et sur le littoral parmi les lierres, les mousses, sur la terre, le *S. aurata* a été trouvé par moi dans d'assez nombreuses localités nouvelles : sur le littoral, je l'ai vu aux environs de Poullan ; à l'intérieur, il croît dans presque toutes le forêts, (sauf, jusqu'ici, celle de Huelgoat). Il existe à la forêt de Névet, au bois de Bonnescat en Plogonnec, à la forêt du Crannou, à la forêt de Coatloc'h, à la forêt domaniale de Cloars-Carnoët. On sait qu'il se trouve aussi à Croix, parmi les mousses des falaises de Port-Tudy et sur la côte ouest des Côtes-du-Nord.

e *Stictina Dufourei* Nyl., est beaucoup plus rare. On n'en connais-
h, en Basse-Bretagne, qu'une seule localité, notée par M. le Dr Camus,
localité de Saint-Rivoal. Je l'ai retrouvé à la forêt du Cran-
où il est fixé sur les écorces et où j'en ai recueilli un certain
nbre de beaux échantillons. Il s'est toujours montré stérile.

Enfin, je signalerai comme rencontré dans l'Arès et les Montagnes
res le *Gyrophora glabra* DC., déjà trouvé, il est vrai, à Bras

parts par les frères Crouan et je ferai observer que sa présence dans ces régions pourrait bien concorder avec celle d'autres espèces du même genre.

Je ne veux pas, je le répète, allonger ce travail qui ne doit résumer que les points les plus saillants de mes observations. Je me propose de montrer plus tard dans mon *Catalogue des Lichens du Finistère*, que notre département est un des mieux partagés de la France sous le rapport de ces plantes. Nos forêts, en particulier, apparaîtront comme bien curieuses à visiter quand j'aurai dit qu'une seule forêt, celle du Crannou, renferme toutes les Stictées françaises et que dans presque toutes nos forêts de futaie, les troncs, même des très jeunes arbres, sont abondamment garnis de Lichens, entre autres de grandes Stictées grises, brunes ou vertes, tandis qu'aux branches s'attache l'épaisse chevelure d'innombrables pieds d'Usnées souvent chargées d'apothécies et mélangées à d'autres belles espèces de Lichens foliacés et fruticuleux.

M. C.-Eg. BERTRAND
à Amiens (Somme)

REMARQUES SUR LA STRUCTURE DES GRAINS DE POLLEN DE CORDAÏTES [561.3]

— *Séance du 10 août* —

1. Les nodules siliceux que l'on rencontre dans la Grosse Couche des schistes bitumeux permiens exploités à Buxière les Mines, Allier, renferment un grand nombre de grains de pollen de Cordaïtes remarquablement conservés. Les sections de ces nodules nous présentent ce pollen coupé dans toutes les directions. Vu la forme très spéciale de ces organites la lecture de leurs coupes reste très facile, certains points de repère y étant toujours très nettement indiqués. Il s'agit de grains de pollen macérés, noyés dans une gelée brune qui a fait prise en se déposant. Malgré la macération qu'ils avaient subie la plupart des grains de pollen étaient encore clos et pleins quand ils ont été fixés En effet, la gelée brune entourante n'y a pas pénétré. Il n'y a

pas non plus de bactéroïdes dans les cavités du grain. La gelée fondamentale coagulée autour du pollen s'est opposée à son affaissement. La silicification hâtive de quelques points de la masse en y produisant les nodules siliceux a préservé ces régions de la contraction. Dans les nodules siliceux la plupart des grains de pollen sont donc plus ou moins gonflés et les coupes nous permettent d'y prendre une idée très précise de la structure de l'organite mâle au moment de sa dispersion.

2. Comme il convient toujours dans ces sortes d'études paléontologiques d'être bien fixé sur le degré de conservation des fossiles étudiés, je constaterai que les *Tenuicutites*, petits organismes Chytridiformes que l'on trouve parfois attachés dans la chambre aérifère des grains de pollen nous permettent cette appréciation [1]. Le protoplasme des *Tenuicutites* finement granuleux, s'étale en couche mince sur leur fine paroi, et dans ce protoplasme on reconnait un gros noyau lenticulaire près du pole supérieur de l'être. Le noyau est plus coloré que le protoplasme. Noyau, protoplasme et membrane se détachent nettement de la gelée brune. Ces faits établissent qu'à un certain moment où les Tenuicutites n'avaient encore subi aucune altération, ces corps, et les corps voisins, ont été fixés dans l'état où ils étaient et rendus imputrescibles, exactement comme nous fixons un tissu par des réactifs appropriés lorsque nous voulons en étudier l'histologie. Ultérieurement, il y a eu coloration par action élective. Les exemples de conservation du pollen en cet état dans de tels milieux ne sont pas rares. Mais ce qui est beaucoup moins fréquent, et ce qui constitue l'intérêt spécial des nodules de Buxière, c'est que les grains de pollen gonflés et nettement coupés y sont particulièrement abondants. Sur ce matériel exceptionnellement favorable, j'ai eu occasion de faire quelques remarques qui me permettent de préciser nos connaissances sur la structure des grains de pollen de Cordaïtes au moment de leur dispersion. Ce sont ces remarques que je vais résumer dans cette note.

3. Les grains de pollen des nodules siliceux de Buxière présentent une même organisation générale. Ils appartiennent tous à un certain type de pollen, caractérisé par sa chambre aérifère et son bec comme nous avons aujourd'hui un pollen à ballonnets chez certaines Coni-
-es, ou encore un pollen ellipsoïdal à trois pores équatoriaux si
pandu chez nos Amentales. Des différences de tailles et quelques
-nues différences dans les ornementations de l'exine indiquent qu'ils

. J'ai donné la description du *Tenuicutites Chylridiæformis* dans mon
-ail sur les *Charbons humiques et les Charbons de purins*. Lille 1898.
pages XI planches.

proviennent au moins de trois espèces. Certains grains de pollen sont très gros. D'autres sont au contraire très petits. Une troisième sorte présente une taille moyenne. Les dimensions de ces organites sont :

Diamètre antéropostérieur.....	130 à 160 μ	80 à 90 μ	40 μ
Diamètre droite gauche.....	75 à 85 μ	30 à 35 μ	20 μ
Distance du bec au pôle opposé..	80 à 90 μ	35 à 40 μ	20 μ

Ce tableau montre que les dimensions linéaires de ces grains sont à peu près dans le rapport des nombres 1, 0,50, 0,25. L'exine des gros grains est réticulée, la réticulation devenant très fine au pourtour de la cupule inférieure. Celle de l'espèce moyenne est également réticulée. L'exine des petits grains porte de petites verrues arrondies bien isolées. La proportion relative des trois pollens dans le mélange est indiquée par les nombres 1 pour la grosse espèce, 3 à 4 pour l'espèce moyenne et 8 à 9 pour les petits grains. L'épaisseur des parois est très faible chez ces derniers. Ces petites dissemblances sont suffisantes pour indiquer la présence de trois formes spécifiques distinctes. Il n'est pas permis de penser que par croissance en volume les petits grains pouvaient donner les grains moyens et les gros grains. A ces grains de pollen sont mêlées quelques rares spores macérées comme le pollen.

4. La forme d'ensemble du grain de pollen complètement turgide est une sorte d'ellipsoïde à trois axes inégaux qui porte à sa région inférieure une partie saillante, sorte de coupe ou de dôme renversé se terminant par un petit bec. La section horizontale de ce corps est une ellipse allongée portant sur son arc inférieur une saillie plus fortement convexe au milieu de laquelle le bec mousse pointe faiblement. La section verticale droite gauche est une ellipse d'excentricité plus faible montrant encore sur son arc inférieur un dôme renversé plus fortement saillant et son bec central. Le grain de pollen présente donc un pôle inférieur marqué par le bec, un dôme renversé ou cupule inférieure, dont le bec occupe le centre. La base de cette cupule est elliptique. Une grande calotte ellipsoïde, réunie à la cupule par le pourtour de sa base, forme la partie supérieure du grain. Ce solide a deux plans de symétrie qui sont verticaux ; l'un antéro-postérieur passe par le grand axe de sa calotte ellipsoïde, l'autre droite gauche est perpendiculaire à cet axe. Ces deux plans déterminent les sections méridiennes principales du grain. L'intersection des deux plans de symétrie détermine l'axe du grain de pollen. Il passe par le bec et par le pôle supérieur de l'organite.

5. On remarque de suite sur les sections méridiennes que l'intine

est adhérente à l'exine dans toute l'étendue du bec et de la cupule inférieure. L'intine se sépare de l'exine à la base de la cupule. Elle s'élève vers l'exine à la manière d'une cloche elliptique insérée sur le pourtour de la base de la cupule. Dans le grain de pollen complètement turgide l'intine lisse ne fait aucun pli et le sommet de la cloche formée par l'intine n'atteint pas l'exine.

6. La partie libre de l'intine sépare le grain de pollen en deux parties. La cavité supérieure coiffe l'autre, elle est comprise entre l'intine et l'exine, c'est la chambre à air. La seconde cavité qui contenait le corps protoplasmique correspond à la cavité cellulaire du grain. Elle est limitée en haut par la partie libre de l'intine, en bas par la paroi de la cupule inférieure. Les sections méridiennes ne montrent jamais de cloisons tendues dans la cavité cellulaire.

7. D'après cette forme du grain de pollen, on trouve comme sections horizontales successives quand on descend du pôle supérieur vers le bec, les aspects suivants :

a *Section polaire de l'exine* : — Une lame reticulée à contour elliptique.

b *Section passant entre le pôle et le sommet de l'intine :* — Une ellipse dont le contour est formé par l'exine coupée obliquement.

c *Section passant par le sommet de l'intine :* — Une ellipse extérieure correspondant à l'exine et intérieurement une lame lisse a contour elliptique.

d *Section passant entre le sommet de l'intine et la base de la cupule :* — Deux ellipses concentriques. L'externe est formée par l'exine, l'interne par l'intine. En descendant, ces deux ellipses se rapprochent. Le contact s'établit d'abord aux deux extrémités du diamètre droite gauche, l'ellipse enveloppée étant moins excentrique que l'ellipse enveloppante.

e *Section passant au niveau de la cupule inférieure :* — Une ellipse dont le contour est formé à la fois par l'intine et l'exine adhérentes l'une à l'autre.

Sur toutes ces coupes horizontales on constate également l'absence de cloisons divisant la cavité cellulaire.

8. Dans les grains de pollen de Cordaïte de Buxière, tels qu'ils sont au moment de la dispersion, je n'ai donc pas trouvé de cloisons solides partageant la cavité cellulaire. Si, à cette époque, le corps protoplasmique est déjà divisé en plusieurs éléments; quelle qu'en fût la valeur physiologique, ils n'étaient pas limités par des membranes cellulosiques. Comme il n'y a pas trace de bactéries fixées dans la

cavité du grain, on ne peut invoquer une dissolution possible des cloisons par l'action des microbes.

9. Étant donné ce que nous savons actuellement sur le pollen des gymnospermes permocarbonifères, j'ai été très surpris de constater ainsi l'absence de cloisons dans la cavité limitée par l'intine, non pas sur quelques grains seulement, car alors on aurait pu supposer qu'ils étaient altérés, mais sur tous les grains; et en voyant le même fait se reproduire simultanément dans trois espèces, j'ai été amené à rapprocher ce résultat de l'aspect que présentaient quelques grains qu'il était facile de reconnaître comme étant incomplètement distendus. — Sur les grains de pollen de moins en moins distendus, j'ai vu successivement :

a. Le bec déprimé puis de plus en plus rentrant vers l'intérieur du grain au lieu d'être saillant. La partie de la cupule voisine du bec suit la dépression du bec et devient rentrante comme lui.

b. Le pôle supérieur de l'exine vient toucher le sommet du dôme formé par l'intime. Ce contact s'étendant sur les flancs droit et gauche, le grain de pollen prend l'aspect d'un pollen à ballonnets. Cet aspect très fréquent est bien connu des paleobotanistes qui ont étudié les nodules permocarbonifères.

c. La partie libre de l'intine est plus ou moins profondément plissée. En section méridienne ces plissements plus ou moins accusés de l'intine et les crêtes qui le séparent se lisent très facilement. *Leur présence n'entraîne pas l'apparition de cloisons dans l'intérieur de la cavité cellulaire. Vus par le sommet, ces grains à intine plissée montrent l'intine ramassée n'emplissant pas l'exine et paraissant limiter une cavité cloisonnée. Ce sont les crêtes placées entre les plis qui sont pris pour des cloisons divisant la cavité de l'intine.* Tous les observateurs connaissent cet aspect. Dans les grains de pollen des Cordaïtes de Buxière, cet aspect cloisonné n'est pas dû à des lames partageant la cavité cellulaire de l'organite, mais à des crêtes provoquées par des dépressions plus ou moins profondes de certains points de la partie libre de l'intine. Il n'y a pas cloisonnement mais simplement plissement de l'intine d'une façon purement accidentelle et infiniment moins régulière, par exemple, que le mode d'affaissement de l'exine qui produit l'aspect du pollen à ballonnets. Comme les grains de pollen incomplètement turgides se présentent aussi très souvent avec une intine plissée, on conçoit que la notion de pollen à intine cloisonnée puisse, par mégarde, être étendue à ces Cordaïtes de Buxière.

10. La variété des plissements purement accidentels de l'intine

de grains complètement turgides rend compte d'une remarque déjà faite par bien des observateurs, à savoir que le corps central en apparence cloisonné, limité par l'intine, présentait une variété infinie dans la direction de ses cloisons chez une même espèce. C'était là un résultat qui surprenait beaucoup, étant donnée la contenance des processus de division reconnus dans les grains de pollen des végétaux actuels. Son étrangeté disparaît maintenant qu'on connaît plus exactement la cause qui provoque cet aspect.

11. Bien que je limite très soigneusement mes conclusions aux grains de pollen des Cordaïtes de Buxière, comme tout ce qui touche aux cloisonnements des organites mâles antérieurement à la fécondation offre un grand intérêt, je concluerai comme il suit :

D'après les coupes du pollen de Cordaïte mis en liberté, celui-ci n'est pas encore cloisonné, du moins la cavité de son intine n'y est pas partagée en logettes par des cloisons cellulosiques. L'aspect cloisonné que montre le grain incomplètement turgide vu d'en haut est dû à des plissements de l'intine. Le grain de pollen de Cordaïte turgide présente un bec légèrement saillant qui marque son pôle inférieur. L'intine se sépare de l'exine au bord de la cupule inférieure. Elle forme un dôme qui sépare la chambre à air de la cavité cellulaire. L'existence de ce ballon qui coiffe l'intine indique un pollen dispersé par le vent. Elle indique aussi que la sortie des protoplastes ne se faisait pas par le pôle supérieur de l'organite.

12. Je n'ai pas pu voir dans les grains de pollen de Buxière la structure de leurs corps protoplasmiques. Les spores m'ont présenté la même difficulté. La macération subie par ces organites suffit-elle à rendre compte de l'altération de leurs protoplastes ?

M. le Dr Amb. VIAUD-GRAND-MARAIS

Professeur à l'Ecole de Médecine de Nantes

FLORULE LICHÉNOLOGIQUE DES TIGES SÈCHES DU PTERIS AQUILINA [589.1]

Les tiges du *Pteris aquilina*, de la partie la plus fraîche du chemin des Grottes, à Noirmoutier, offrent, quand elles sont sèches, une florure cryptogamique curieuse.

Ces *Pteris* sont protégés du côté de l'intérieur par les saillies des

rochers et de l'autre par des Yeuses, empêchant l'arrivée de l'air salin. Ils ne sont atteints que très exceptionnement par les embruns.

Ils meurent en général de mort naturelle. Leurs frondes desséchées finissent par être brisées et entraînées au loin, tandis que leurs stipes persistent sous la protection des anfractuosités des rochers et se dessèchent sur place.

L'*Opegrapha betulina* Smith (*O. herbarum* Montagne) est le seul lichen signalé jusqu'ici sur ces Fougères. Lamy de la Chapelle (*Lich. du Mont-Dore et de la H.-Vienne*, p. 148), raconte l'avoir récolté à Noirmoutier, en nombreux échantillons publiés par Demazière.

Nous avons recueilli dans la localité précitée une douzaine de lichens sur le *Pteris*, et nous ne perdons pas l'espoir d'en rencontrer d'autres.

En voici l'énumération :

1° *Parmelia perlata* Ach.

2° Un autre *Parmelia* fortement sorédié sur le bord, à médulle marquant K + rouge ferrugineux. Il se rapproche du P. *perforata* (Wulf.) Nyl., dont l'abbé Hue fait le *P. cetrata*, mais reste à l'étude. Ses frondes sont craquelées en dessus comme le *P. perforata* des arbres et des rochers voisins à médulle traitée par la potasse donnant un rouge plus vif.

3° *Physcia parietina* D. N.

4° *Rocella phycopsis* Ach.

5° *Ramalina evernioides* Nyl.

6° Des initia de *Ramalina scopulorum* Ach.

7° *Lecanora Bouteillei* Demaz.

8° *Lecidea canescens* Ach.

9° *L. elæochroma*.

10° *Opegrapha betulina* Smith.

11° *O. varia* Pers.

12° *Arthonia impolita* Schœr.

Le moment d'apparition n'est pas le même pour tous.

Tant que les stipes conservent leur vernis, soit la première année de leur dessiccation, ils ne présentent sur leur cortex luisant que des Champignons du genre *Leptostroma*, soit les *Leptostroma litigiosum* Desm., *filicinum* Fr. et *Pteridis* Ehrh.; les deux premiers étant les plus communs.

Ce n'est que lorsque la couche externe s'altère, soit la seconde et la troisième année, que les Graphidées se montrent, l'*Opegrapha betulina* en grande quantité; l'*Arthonia impolita* et l'*Opegrapha varia*

d'une façon plus parcimonieuse. Le *Lecidea elæochroma* est presque de même époque, ainsi que le *Lecanora Boutetiliei*.

Plus tard apparaissent les lichens à thalle squameux le *Lecidea canescens*, entre autres; plus tard encore les lichens foliacés et fruticuleux : le *Rocella phycopsis* lichen, éminemment maritime, puis les *Parmelia*, les *Ramalina* et le *Physcia parietina;* celui-ci ubiquiste vient sur les toits, les murs et les arbres des endroits habités et, d'autre part, sous sa forme *dispersa*, dans la zone marine, sur le *Verrucaria maura* atteint par la marée.

M. PELLERIN

Agrégé de l'Université à Nantes

RÉFLEXIONS SUR LA PHYLLOTAXIE [581.4]

— Séance du 11 août —

La Phyllotaxie se résume à la recherche de feuilles superposées.

Mais ce terme, dans l'espèce, est mal défini : hors qu'ainsi l'on entendit des feuilles dont les faisceaux, fibro-vasculaires, fussent, au passage de la plus basse feuille, les plus voisins possible; et, là même, on ne trouverait pas un caractère bien précis.

Passe encore s'il s'agit de feuilles à alternance simple : distiques, tristiques, en quinconce. Mais, s'il s'agit de relations exprimées par le rapport de nombres un peu forts, $\frac{13}{34}$, $\frac{8}{29}$, $\frac{5}{23}$: d'abord, on ne les observe, j'imagine, que sur des assemblages ramassés de feuilles, écailles ou bractées; or là, la spire génératrice qu'ils représentent n'est même plus visible : on la déduit de spires secondaires manifestes.

La raison d'être de ces spires secondaires, ainsi que leur relation avec la spire génératrice, c'est ce que je voudrais analyser.

Des points, équidistants sur une hélice, peuvent être considérés comme appartenant à d'autres nombreuses hélices : il suffit de les prendre de n en n, et, chaque nouvelle valeur de n fournit une hélice nouvelle.

Quelles en seront les plus, ou seules, manifestes ?

Bornons-nous au cas, admis en phyllotaxie, de points périodiquement superposés, si distants qu'ils soient.

Soit, par exemple, $\frac{8}{29}$ la divergence de deux points qui se succèdent sur l'hélice primitive ; prenons les points de n en n : alors, $n\frac{8}{29} = \frac{8n}{29}$ est le nombre, fractionnaire, de tours qu'on aura faits, sur cette hélice.

De ce nombre fractionnaire retranchons l'entier qu'il peut contenir :

$$\frac{8n}{29} - e = \frac{r}{29}$$

$\frac{r}{29}$ est la fraction de tour qui, sur la spire secondaire que nous considérons, sépare deux points consécutifs.

Cette spire sera d'autant plus manifeste que $\frac{r}{29}$ sera plus petit : ce qui correspond à $r = 1$, si cette valeur de r est possible.

Or, les fractions de divergence qu'on donne comme ayant été observées en phyllotaxie, ces fractions étant rangées en trois séries telles que, dans chacune, une fraction ait pour termes, respectivement, la somme des termes correspondants des deux précédentes : il en résulte, en plus, qu'entre deux fractions consécutives, les termes, multipliés en croix, donnent deux produits qui diffèrent de l'unité.

Ceci tient à ce que ces fractions sont les réduites successives d'une fraction continue

$$\cfrac{1}{a+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1}}}}}}$$

où a égale 2. 3 ou 4

Exemple : dans sa série, $\frac{8}{29}$ est précédé de $\frac{5}{18}$

$$18 \times 8 = 5.29 - 1$$

divisant par 29

$$18 \times \frac{8}{29} = 5 - \frac{1}{29}$$

c'est-à-dire qu'après avoir parcouru, sur la spire génératrice, 18 intervalles de feuilles, on a fait 5 tours moins $\frac{1}{29}$ de tour : $\frac{1}{29}$ sera la divergence dans une spire secondaire, la plus manifeste possible, qui tournera en sens contraire de la spire génératrice.

Pour en trouver une seconde, de même ordre, retranchons, terme à terme, l'équation précédente de l'identité

$$8 = 8$$

il vient

$$11 \times \frac{8}{29} = 3 + \frac{1}{29}$$

c'est-à-dire qu'après avoir parcouru, sur la spire génératrice, 11 intervalles de feuilles, on a fait 3 tours plus $\frac{1}{29}$ de tour :

Une nouvelle spire secondaire en résulte, de même divergence $\frac{1}{29}$ que la première, mais, celle-là tournant, au contraire de l'autre, dans le sens même de la spire génératrice.

Ces deux spires, de même divergence $\frac{1}{29}$, ont d'ailleurs des pentes dans le rapport de 5 à 3, résultant des nombres entiers de tours, comptés sur la spire génératrice, qui, respectivement, séparent deux feuilles des plus voisines, sur les hélices secondaires.

Or, si l'on considère la série complète

$$\frac{1}{3} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{2}{7} \quad \frac{3}{11} \quad \frac{5}{18} \quad \frac{8}{29}$$

On voit que les nombres 3 et 5 de tours sont les numérateurs des deux fractions précédant 8/29, lesquelles fractions ont pour dénominateurs les nombres 11 et 18 de feuilles rencontrées.

Les rapprochements mathématiques précédents, s'ils sont neufs, m'ont paru avoir quelque intérêt, et donner, par tant de rencontres simples, l'idée que les lois de la phyllotaxie, d'ailleurs établies indépendamment d'eux, sont naturelles et vraies.

MM. DUFOUR
Directeur-adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau

et DASSONVILLE
Vétérinaire au 12e Régiment d'Artillerie

NOTE SUR LES VARIATIONS DE COLORATION DE L'AVOINE

[584.9]

— Séance du 11 août —

Afin d'avoir des matériaux relatifs à un travail que nous avons entrepris, nous avons réuni au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau un assez grand nombre de variétés d'Avoine, indigènes ou exotiques.

Des semis ont été faits au printemps de 1897, et cette note ne porte que sur la récolte de 1897. Nous n'entrerons pas ici dans l'étude détaillée de cette récolte; nous nous bornerons à parler d'un seul caractère des grains, leur couleur.

On sait que l'on distingue d'une façon générale des Avoines *blanches* et des Avoines *noires*. Par ce mot « blanc » on désigne généralement des grains qui sont plutôt couleur paille ; de même le mot « noir » est employé fréquemment pour désigner des grains d'une couleur brun foncé. En outre on distingue encore parfois des Avoines *rouges* qui sont à peu près couleur acajou, et des Avoines *grises*.

Le siège de ces diverses colorations est dans les glumelles qui, comme on le sait, restent adhérentes aux grains proprement dits.

Il est intéressant de savoir si le caractère de la coloration se maintient constant ou varie suivant les conditions de milieu, et, dans ce dernier cas, dans quel sens et dans quelles limites a lieu la modification.

Parlons d'abord des Avoines exotiques dont les conditions de végétation sont assurément très différentes à Fontainebleau et dans leurs pays d'origine.

Une Avoine *noire* d'Amérique avait des grains d'un brun noirâtre très foncé; les grains de la récolte ont été également bruns, mais

d'un ton moins accentué que les grains qui avaient servi au semis ; la différence était très facile à apprécier.

Une Avoine *noire* de Russie a fourni le même résultat, quoique un peu moins marqué.

Une Avoine de Salonique avait des grains *rougeâtres*. Les grains obtenus sont jaune paille ou brun jaunâtre, en tout cas, d'une couleur moins foncée que les grains semés. Dans l'ensemble du lot qui avait servi au semis, il était aisé de remarquer que certains grains étaient d'une couleur plus foncée que les autres. Ces grains ont été semés à part. Ils ont fourni une petite récolte dans l'ensemble de laquelle il y avait une assez forte proportion de grains foncés, mais d'autres étaient plus pâles, et le phénomène d'une décoloration partielle n'en subsistait pas moins.

Où cette décoloration obtenue à Fontainebleau a été facile à suivre avec détails, c'est dans une Avoine d'Algérie.

Les grains envoyés étaient en majorité jaunes ou d'un brun rougeâtre ; mais on en trouvait un certain nombre dont la coloration était, pour les uns plus pâle, pour les autres plus foncée que la coloration générale de l'ensemble. On a donc pu faire plusieurs lots dont les couleurs formaient une gamme ascendante :

N° 1	Grains	jaune paille clair.
N° 2	»	couleur un peu plus foncée.
N° 3	»	jaune rougeâtre.
N° 4	»	brun rouge.
N° 5	»	brun très foncé ou noirs.

Ces divers lots ont été semés séparément, et voici quel résultat a été obtenu :

Grains venant de semis	n° 1 et n° 2 presque blancs.
»	n° 3 et n° 4 jaune paille ou brun clair.
»	n° 5 brun clair ou brun foncé.

On le voit, chaque catégorie a baissé de ton.

Il y avait en outre, dans l'Avoine d'Algérie, des grains dont la couleur ne pouvait pas faire partie de l'échelle formée par les cinq premiers numéros ; les grains semés étaient d'un gris assez clair. Ces grains, comme les autres, ont fourni une récolte d'une couleur affaiblie ; les grains récoltés ont été gris très pâle, presque blancs.

Toutes les Avoines exotiques ont donc présenté, à un degré plus ou moins élevé, le phénomène de la décoloration des glumelles. En est-il été de même pour les Avoines indigènes ?

Avec de l'Avoine *bigarrée* de Beauce, nous avons renouvelé l'essai fait avec l'Avoine d'Algérie. Nous avons fait plusieurs lots en groupant les grains d'après leur coloration.

N° 1 grains blanchâtres ou jaunes.
N° 2 » gris foncé.
N° 3 » gris très foncé.
N° 4 » brun noirâtre.

Les grains récoltés fournissent les résultats suivants : Ceux du n° 1 ressemblent sensiblement à ceux du semis ; mais ceux du n° 2 ont baissé de ton : ils sont jaunâtres ou gris pâle; beaucoup ne diffèrent pas des grains n° 1 récoltés. Quant à ceux du n° 3, ils sont en majorité jaune paille ou brun clair ; mais dans la récolte il existe un certain nombre de grains plus foncés, ressemblant aux grains semés. Les grains du n° 4 diffèrent peu de ceux du numéro précédent; ils sont en général brun clair ou même jaunâtres, mais dans le nombre il y en a qui rappellent tout à fait les grains semés.

La conclusion est donc la même que pour l'Avoine d'Algérie.

Même phénomène de décoloration partielle avec une Avoine *noire* de Brie. Les grains semés étaient brun noirâtre ou brun jaunâtre. Cette coloration brune subsiste encore dans les grains récoltés, mais le ton en est moins accentué.

Une autre Avoine, venue, celle-ci, du Nivernais, est une Avoine *grise*. Les grains obtenus sont beaucoup plus pâles que les grains semés ; la plupart sont presque blancs, les autres d'un gris très pâle ; la décoloration est très accentuée.

Une autre vient du plateau de Nemours ; c'est une Avoine *noire ;* les grains semés sont d'un brun noirâtre foncé ; les grains récoltés sont bruns encore, mais la coloration a baissé de ton.

Citons enfin une Avoine *noire* provenant de la plaine située au sud de la forêt de Fontainebleau, des environs de La Chapelle-la-Reine. Les grains semés sont d'un brun noirâtre très foncé. Ceux récoltés sont, dans leur ensemble, plus pâles que les grains semés ; quelques-uns sont très fortement colorés, mais beaucoup ont une teinte brune assez pâle.

En résumé nous avons constaté une décoloration plus ou moins accentuée des glumelles. Ce fait tient-il au sol qui était assez pauvre, ou bien à l'année qui a été assez peu ensoleillée, ou à tout autre cause ? Nous ne pouvons nous prononcer ; mais l'expérience a été continuée en 1898. Les récoltes de cette année ne sont pas encore faites, et nous ne pouvons actuellement en donner les résultats.

MM. MATRUCHOT
Maître de Conférences de Botanique à la Sorbonne
et DASSONVILLE
Vétérinaire au 12me Régiment d'Artillerie

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR L'HERPÈS DU CHEVAL : UN NOUVEAU TRICHOPHYTON PRODUCTEUR D'HERPÈS

[619.1]

— Séance du 11 août —

Dans son Traité des Trichophyties humaines, M. Sabouraud décrit diverses Mucédinées qu'il considère comme les causes de ces affections et qu'il classe en deux groupes : dans le premier de ces groupes, une espèce unique, le *Microsporum Audouini* ; dans le second, tous les Trichophytons. L'auteur établit que, parmi ces parasites, il en est qui sévissent à la fois sur l'homme et sur le cheval ; ce sont : le *Microsporum* et deux *Trichophyton* d'une forme particulière (*ectothrix*).

M. Bodin, dans son ouvrage sur les Teignes tondantes du cheval, constate qu'à cette liste il faut ajouter deux autres *Trichophyton*, qu'il qualifie de *faviformes*.

Jusqu'à présent ces cinq formes sont les seules, du moins à notre connaissance, dont on ait démontré le rôle pathogène pendant le cours d'une épidémie portant à la fois ses atteintes sur l'homme et sur le cheval.

Cependant le nombre des espèces trichophytiques animales que l'homme peut s'inoculer accidentellement doit, d'après M. Sabouraud, être beaucoup plus grand. Ce dernier déclare en effet être fixé à ce sujet sur une vingtaine de ces espèces, qu'il s'est inoculées avec succès.

Mais, ajoute-t-il, « à quoi peut servir l'étude d'une espèce dont le parasitisme est assez exceptionnel pour qu'on le rencontre *une fois* sur deux cents malades ? »

Au cours d'une épidémie d'herpès qui a sévi sur les chevaux du 12e régiment d'artillerie, nous avons eu l'occasion d'observer chez l'homme un très grand nombre de cas où la contamination ne semblait

guère pouvoir être mise en doute. Dès lors il nous a paru intéressant de rechercher le parasite cause de l'épidémie, afin de voir s'il appartenait ou non à une des espèces déjà décrites. Nous avons constaté qu'il s'agissait d'un *Trichophyton;* nous l'avons isolé, cultivé, et nous avons contrôlé son pouvoir pathogène par des inoculations.

Lésions chez le cheval. — Une quarantaine de chevaux ont été atteints et, chez tous, les caractères des lésions ont été à peu près les mêmes que dans le cas particulier que nous allons décrire.

L'animal présente de nombreuses plaques d'herpès, les unes isolées, disséminées sur la croupe et l'épaule, les autres rassemblées sous la partie postérieure de la selle et comme confluentes entre elles.

Les plaques isolées sont perceptibles au toucher avant de devenir apparentes aux yeux : en passant la main sur la région malade, on constate l'existence de petites surélévations planes qui sont le début de la lésion. Quelques jours plus tard, les plaques deviennent visibles ; c'est qu'en effet les poils de ces régions sont fortement et irrégulièrement couchés, offrant une disposition très caractéristique, qu'on ne saurait mieux comparer qu'à la *verse* des céréales. A cet état, les poils sont très facilement caduques : le moindre effort de traction ou le plus léger frottement exercé à la surface d'une plaque détache, d'un seul bloc, tous les poils attaqués, lesquels restent maintenus à leur base par une croûte squameuse. La plaque enlevée, les couches profondes de l'épiderme apparaissent entièrement glabres ; la surface en est humide et de nuance rosâtre ou gris clair. Bientôt après, la plaque se dessèche, devient furfuracée ou farineuse et prend une teinte plus foncée, gris ardoisé. La lésion s'étend de proche en proche par la chute des poils périphériques et ne dépasse pas trois centimètres de diamètre.

Dans la région de la selle, les plaques d'herpès passent par les mêmes phases de développement, mais par leur nombre et leur confluence elles peuvent déterminer des lésions de plus grande étendue, 4 à 5 centimètres de diamètre.

Etude du parasite. Cultures. — En semant, sur divers milieux nutritifs, soit des poils soit des squames provenant de plaques d'herpès, nous avons obtenu le développement d'un assez grand nombre de moisissures. Parmi elles, nous avons distingué et isolé celle qui joue le rôle pathogène. C'est un *Trichophyton*, qui se cultive très bien, en particulier, sur les milieux suivants :

Milieu Sabouraud. — Mycelium blanc, floconneux, formant des colonies circulaires pouvant atteindre plusieurs centimètres de diamètre. Dans les cultures âgées, la partie en contact avec le substratum devient d'abord jaune, puis rouge acajou ; mais la presque totalité de la culture reste blanche.

Tranche de carotte. — Mycelium moins abondant, moins floconneux, parfois légèrement rosé, devenant jaunâtre dans les régions les plus humides de la culture.

Tranche de pomme de terre. — Mycelium végétant péniblement, au moins au début ; production abondante d'un pigment jaune. Par cultures successives, le champignon semble s'adapter au milieu et devient relativement vigoureux.

Caractères microscopiques du parasite : (a), *dans la lésion.* — Le poil atteint est comme rempli, vers sa partie inférieure, par de nombreuses spores mycéliennes provenant du morcellement de filaments ramifiés et restant adhérentes en chaînettes. Ces spores ont pour dimensions moyennes 4-6 μ sur 2-4 μ. Autour du poil, on observe aussi des filaments, mais en moins grand nombre ; ces filaments sont ramifiés, cloisonnés et se dissocient en spores par le même processus.

(b) *dans les cultures.* — Dans les cultures sur milieux artificiels, le *Trichophyton* est formé d'un mycelium abondant, cloisonné, large de 2-3 μ, ramifié le plus souvent à angle droit. Sur ce mycélium prennent naissance, en nombre considérable, de petites spores dont le mode de développement est très caractéristique. Chacune d'elles naît comme un bourgeon latéral d'abord étroit, qui se renfle bientôt en une ampoule ovale ou allongée, rarement sphérique. Presque toute la masse protoplasmique de l'article émigre dans ces ampoules ; celles-ci se cloisonnent à leur base et constituent alors des spores à pédicule étroit et très facilement caduques. Les dimensions les plus fréquentes des spores sont 3-4 μ sur 2-3 μ. Dans les parties fructifères du mycelium, un même article peut porter, en des points irrégulièrement distribués, plusieurs spores ; mais ces spores sont toujours solitaires.

En même temps que se forment ces spores latérales, les filaments mycéliens eux-mêmes se transforment partiellement et par endroits en chlamydospores : de courtes portions de filaments restent remplies d'un protoplasma réfringent, tandis que les portions adjacentes se vident, et à la maturité le filament se désarticule en une multitude d'éléments qui sont reproducteurs au même titre que les spores latérales. Ces chlamydospores ont des dimensions assez variables : longueur 3-10 μ, largeur 2-3 μ. Chlamydospores et spores latérales se forment par le même processus, à savoir un enkystement local (intercalaire ou latéral) d'une petite masse de protoplasma. Ce sont, en somme, des éléments reproducteurs de même nature et qu'on doit considérer comme étant tous des chlamydospores.

Jusqu'alors nous n'avons pas observé, dans nos cultures, d'autre forme reproductrice, et la place que doit prendre dans la classification du *Trichophyton* et les champignons voisins peut paraître assez indécise. Toutefois, par les caractères énumérés et pour diverses raisons que nous nous réservons de développer plus tard, ce champignon nous

semble devoir être rattaché aux Ascomycètes du groupe des Gymnoascées.

Comparaison avec les autres champignons producteurs d'herpès. Les caractères que nous venons d'énumérer permettent de différencier notre *Trichophyton* des champignons décrits par M. Sabouraud et M. Bodin comme producteurs d'herpès à la fois chez l'homme et chez le cheval.

Nous nous appuierons exclusivement sur les textes fournis par ces auteurs, et, pour nous en tenir aux caractères le plus souvent invoqués par eux, nous prendrons surtout comme critériums de différenciation l'aspect des cultures et les caractères microscopiques.

Microsporum. — Le *Microsporum Audouini* a des spores de faibles dimensions (3 μ) qui, dans la lésion, se montrent disposées en mosaïque et jamais organisées en filaments comme le seraient des spores mycéliennes ; d'autre part, ces spores sont toujours situées hors du cheveu, sans jamais en occuper l'intérieur.

Pris sur la tête d'un enfant atteint de *tondante rebelle*, puis cultivé sur pomme de terre, ce *Microsporum* donne, au bout de 7 ou 8 jours, une traînée grise puis brun-rougeâtre, rappelant une traînée de sang, qui aurait pénétré par imbibition, sans faire aucunement relief à la surface. La culture végète lentement et faiblement, mais elle reste vivante pendant plus de trois mois.

Pris chez le cheval, le parasite, d'après MM. Bodin et Delacroix, fournit une culture qui « prend l'aspect d'une traînée grisâtre un peu surélevée et présentant par places de petits îlots blancs duveteux. Au bout de quinze jours environ, la couleur change et devient jaune rougeâtre plus ou moins foncé. »

Les caractères tirés de ces cultures et l'examen microscopique des lésions différencient très nettement le *Microsporum Audouini* du champignon qui nous occupe.

Trichophytons. — Chez les Trichophytons, les spores ont des dimensions plus considérables (5, 7 et jusqu'à 12 μ), et dans la lésion le parasite est constitué par des files de spores agminées en chaînes.

Tantôt le *Trichophyton* siège exclusivement dans l'intérieur du cheveu, dans sa substance même : il appartient alors au groupe des *endothrix*. D'après M. Sabouraud, jamais jusqu'à présent il n'a été constaté un seul cas de trichophytie animale qui puisse être rapporté à un *Trichophyton* de ce groupe.

Tantôt le Trichophyton engaine simplement l'élément pileux dans sa partie dermatique et ne pénètre pour ainsi dire pas dans son intérieur ; il appartient alors au groupe des *ectothrix*. Tous ces Trichophytons, d'après M. Sabouraud, sont normalement parasites sur les espèces animales ; elles n'atteignent l'homme que consécutivement,

par contamination. Les quatre Trichophytons qui sévissent sur le cheval et secondairement sur l'homme sont de ce groupe. Ce sont :

a. Le Trichophyton ectothrix pyogène à culture blanche (Sabouraud) ;

b. Le Trichophyton ectothrix à culture jaune, craquelée, vermiculaire (Sabouraud) ;

c. Le Trichophyton faviforme à culture brune, saillante et irrégulière (Bodin) ;

d. Le Trichophyton faviforme à culture grise (Bodin).

Notre *Trichophyton* diffère profondément des deux derniers par les caractères tirés des cultures, dont M. Bodin donne une description détaillée, et aussi par l'aspect des lésions chez l'homme.

Il diffère du Trichophyton ectothrix à culture jaune, craquelée, vermiculaire, surtout par les caractères tirés des cultures sur la gélose peptone maltosée de Sabouraud et sur pomme de terre.

La forme dont il se rapproche le plus est le *Trichophyton ectothrix pyogène à culture blanche*. Comme celui-ci il donne sur le milieu maltosé de Sabouraud une culture blanche, mais cette culture n'a pas l'aspect d'auréole poudreuse avec sillons rayonnants que décrit Bodin. D'autre part les cultures sur pomme de terre fournissent un criterium très net de différenciation entre les deux formes : notre *Trichophyton* est *duveteux*, *chromogène*, pousse lentement et sa vitalité se maintient très longtemps, tandis que, d'après M. Bodin « la pomme de terre conserve sa coloration normale, et sur ce milieu la vie du Trichophyton est courte, en trois semaines il périt. »

Ces différences, jointes à celles que fournit l'examen microscopique, nous font considérer notre *Trichophyton* comme différent des précédents et comme devant s'ajouter au groupe des quatre autres énumérés précédemment.

Inoculations. — Pour démontrer la nature pathogène du champignon qui fait l'objet de cette étude, nous avons tenté des essais d'inoculation à l'homme et au cobaye.

Inoculation à l'homme. [1] — L'expérience unique tentée sur l'homme a donné un résultat positif. Au bout d'une quinzaine de jours s'est développée au point d'inoculation une plaque herpétique dont nous avons suivi l'évolution.

Le 5 juillet, nous faisons, à la partie supérieure de l'avant-bras, quelques

1. Cet essai d'inoculation a pu être tenté grâce à la bonne volonté aimable et à initiative intelligente de M. le médecin-major René Lefort du 12e régiment d'Artillerie, auquel nous adressons nos plus vifs remerciements pour s'être courageusement prêté à l'inoculation faite sur lui-même.

scarifications longitudinales dont l'ensemble occupe environ un centimètre carré ; puis nous badigeonnons cette surface avec le mycelium d'une culture artificielle de Trichophyton. Les jours suivants, la surface inoculée prend une teinte légèrement rose qui disparaît peu à peu ; la trace des scarifications devient de moins en moins apparente ; il n'y a pas de démangeaison appréciable, si bien que le 14 juillet nous considérons le résultat comme négatif. Mais le 15 juillet, à la suite d'une fatigue occasionnée la veille par une longue séance de service à cheval (9 heures environ), la région scarifiée devient rapidement rosée ; il s'y dessine un contour régulièrement arrondi, la démangeaison devient vive. Des stries transversales apparaissent dans l'épiderme, qui commence à se desquamer. La lésion s'étend avec rapidité : le 22 juillet, elle atteint trois centimètres de diamètre. Elle forme une plaque bien plane, à peine surélevée à la périphérie, où l'on peut distinguer quatre zones :

1° Une zone centrale, rose pâle, striée transversalement, couverte de lames épidermiques très minces, assez adhérentes, donnant un aspect blanchâtre malgré la coloration du fond ;

2° Un anneau rouge vif, de 3 millimètres de large, montrant seulement quelques squames à sa surface;

3° Un liseré épidermique blanchâtre, d'aspect crustacé, qui forme la limite apparente de la plaque;

4° Une zone périphérique, rose pâle, parsemée de petits points jaunâtres un peu surélevés et de la grosseur d'une tête d'épingle.

Les poils sont restés en place, mais au niveau de la 2e et de la 3e zone ils se détachent avec facilité.

Inoculation au cobaye. — Sur le cobaye, deux essais d'inoculation ont été effectués et tous deux ont donné des résultats positifs.

Le 16 juin, les deux cobayes sont inoculés, par scarifications, avec les produits d'une culture artificielle, l'un d'eux (cobaye n° 1) au front et à la face interne de la cuisse droite, l'autre (cobaye n° 2) au niveau de la région lombaire. Le 4 juillet, les lésions présentaient les caractères suivants :

Cobaye n° 1. — (a), cuisse. Lésion circulaire, de 15 millimètres de diamètre, totalement épilée au centre. Epiderme couvert d'écailles furfuracées. Sur les bords, des poils follets nouvellement formés. — *b, front.* Plaque glabre, trapézoïde, allongée dans le sens antéro-postérieur, mesurant 23 millimètres de long, ayant en haut un centimètre, en bas 6 millimètres de large. L'épiderme est luisant, lustré.

Ces lésions ont guéri spontanément. Le 22 juillet, il n'en reste pas trace.

Cobaye n° 2. — Plaque glabre, ovale, 20 millimètres de long sur 15 millimètres de large, de nuance ardoisée, couverte de squames blanchâtres furfuracées, boursouflées.

L'animal est sacrifié le 4 juillet pour l'étude histologique. Des coupes faites perpendiculairement à la surface de la peau n'ont pas montré d'éléments parasitaires. Sur les poils de la périphérie, des spores en faible quantité.

Chez ces deux cobayes, nous avons remarqué que la lésion se développait plus aisément dans les régions pourvues de poils blancs que dans celles où la peau est pigmentée.

Ajoutons enfin que, comme confirmation *a posteriori* de la rigueur de nos expériences, l'ensemencement de poils et de squames pris dans les lésions a toujours reproduit des cultures identiques à la culture d'inoculation.

CONCLUSION. — Il résulte de tout ce qui précède que les cas d'herpès observés sur les chevaux et sur les hommes du 12e régiment d'artillerie sont dûs à l'action d'un champignon que nous avons réussi à isoler, à cultiver et dont nous avons vérifié expérimentalement la nature pathogène chez le cobaye et chez l'homme.

Ce champignon est un *Trichophyton* voisin des espèces décrites par M. Sabouraud et par M. Bodin comme produisant des affections herpétiques; mais il en diffère par des caractères tirés de l'étude clinique, de l'examen microscopique et des cultures[1].

M. F. DOUMERGUE
Professeur au Lycée d'Oran

SUR UNE CAMPANULE NOUVELLE D'ALGÉRIE

(583-59)

— Séance du 11 août —

Campanula saxifragoides (sp. nov.). — Fleurs dressées, solitaires à l'extrémité des rameaux. Parfois une ou deux fleurs au-dessous; elles paraissent naître de rameaux avortés. Pédoncules assez longs, pouvant atteindre la longueur du calice, dépourvus de bractéoles. Calice à sépales lancéolés, étroits, hérissés de poils blancs assez nombreux, fortement nerviés au milieu. Appendices des sinus très courts, à peine visibles sur le sec; un peu plus longs après l'anthèse. Sépales égalant en longueur à peu près le tiers de celle de la corolle. Celle-ci, ongue de 12 à 15 millim. et large de 10, est fendue jusqu'au tiers upérieur. Stigmates 3, sur un style bien saillant. Feuilles très petites, outes hérissées sur leur pourtour de soies raides et courtes. Les radiales en rosettes fournies, stériles, de 1 centimètre de diamètre au

1. Travail fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston onnier.

plus, rapprochées les unes des autres et appliquées sur le sol. La plante non fleurie a l'aspect de certaines saxifrages à petites rosettes. Les feuilles sont oblongues, légèrement atténuées vers la base, un peu pliées en gouttière, subobtuses. Les raméales sont de même forme ; elles sont étalées, dressées, très rapprochées et presque imbriquées. Celles de la base des rameaux se dessèchent assez vite. Rameaux courts, — deux centimètres, — naissant le plus souvent par groupes au-dessous des rosettes. Divisions de la souche perennantes, stolonifères. Fleurs d'un blanc rosé, Fruit... ?

Loc .— Daya, champ de tir, sur la ligne de tir elle-même, au pied du côteau opposé à la cible. 4 octobre 1896. Fin de saison.

La description que je viens de donner a été faite sur le sec ; elle est loin d'être précise. La plante, lorsque je l'ai récoltée, m'a bien frappé ; mais je ne pouvais croire avoir trouvé une nouveauté sur un point que mon regretté ami le médecin-major Clary a dû visiter souvent. Aussi n'ai-je pas pris de note sur le vif. Cette plante doit prendre place avant C. velata Pom. et dans la même section.

M. Aug. CHEVALIER
Licencié ès Sciences naturelles

LA STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'APPAREIL VÉGÉTATIF DES MYRICACÉES (581-4 — 583-4)

— Séance du 11 aout —

Depuis Linné, la grande majorité des botanistes descripteurs et des morphologistes ont placé les Myricacées à côté des Juglandacées, ce rapprochement étant basé surtout sur l'existence, dans ces deux familles, d'inflorescences en chatons, et de fleurs femelles à ovaires contenant chacun un seul ovule orthotrope.

Tout récemment M. Nawaschin et Mss. Margaret Bentson ont montré qu'un caractère physiologique remarquable éloignait ces deux familles : Dans les *Myricacées*, comme chez la majorité des phanérogames actuellement étudiées, la marche du tube pollinique vers le sac embryonnaire se fait par le micropyle, il y a *porodie* ; chez les *Juglandacées* au contraire (de même que chez les *Casuarinées*, les *Bétulacées* et les *Corylacées*), la pénétration du tube pollinique dans le nucelle se fait par la chalaze, il y a *chalazodie*.

Cette année même, dans ses Eléments de Botanique, M. Van Tieghem éloigne les Myricacées des Juglandacées pour les rapprocher des *Salicacées*, ces deux groupes possédant des ovules unitégumentés ; ils sont bitégumentés au contraire chez les *Juglandacées*.

Les recherches anatomiques que nous avons entreprises sur ces ois groupes et qui feront prochainement l'objet d'un mémoire plus ıportant, montrent que leur organisation est très différente et que classe des *Amentacées*, établie par les anciens botanistes pour renrmer ces plantes et quelques autres familles, est complètement artiielle. La présente note a simplement pour but de faire connaître ›rganisation de l'appareil végétatif de l'une de ces familles : les yricacées.

1° Historique

Les botanistes qui ont étudié l'anatomie des Myricacées, l'ont fait chacun dans une seule région de la plante à un point de vue spécial et sur un nombre très restreint d'espèces. Aussi n'existe-t-il aucun travail d'ensemble sur la famille.

De Bary a étudié le mode de formation de la cire sur le fruit de quelques espèces de Myrica[1]. Dans son travail, il signale l'existence de poils en écusson chez ces plantes.

En 1876, Wiesner étudie le même sujet[2]. En 1880, Ishikaura signale l'abondance du tannin dans l'écorce de Myrica rubra[3]. En 1885, Solereder recherche quels sont les caractères histologiques des parois cellulaires des éléments du bois de la tige qui permettent de caractériser la famille[4]. En 1881, J. Moeller avait étudié l'écorce au même point de vue[5]. Les conclusions auxquelles il arrive pour cette famille sont inexactes, ses recherches n'ayant porté que sur un nombre très restreint d'espèces.

En 1886, Brunchorst signale les curieux tuberculoïdes qui existent sur les racines du *Gale*[6]. Il montre qu'ils sont occasionnés par un mycophyte : *Frankia Brünchorsti* Moller, analogue à celui qui produit les protubérances des racines d'*Alnus* et des *Eléagnées*.

En 1889, Van Tieghem et Douliot étudient le mode de formation des racines dans le *Gale*[7]. Quelques années plus tôt, Flahault avait fait des recherches analogues sur *Myrica Faya*. Houlbert fait connaître en 1893 la structure du bois secondaire des Myricacées[8] dans un travail où il cherche à établir le plan ligneux sur lequel sont bâties les différentes familles de Myricacées. En 1894, Beringer décrit la structure de la tige et de la feuille du *Comptonia*[9]. Enfin récemment

1. A. de Bary. Ueber die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Zeit. ann. 1871, p. 128.
2. J. Wiesner. Ueber die Krystallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzlicher Oberhaüte. Bot. Zeit., t. XXXIV.
3. J. Ishikaura. Materials containing tannin used in Japan. The chemic. News, vol. XLII, p. 274.
4. H. Solereder. Ueber den systematischen Werth der Holzstructur bei den Dycotyledonen, Munchen, 264 p.
5. J. Moeller. Anatomie der Banmrinden. Berlin, 1882.
6. Brunchorst. Die Structur der Inhaltskoïper in den Zellen einiger Wurzelanschwellungen in Bergens Museums Aarsberetning ann. 1886, p. 235.
7. Van Tieghem et Douliot. Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires, in ann. Sc. nat. Bot., 1889.
8. C. Houlbert. Recherches sur la structure comparée du Bois secondaire dans les apétales. Ann. Sc. nat. 7e Sie t. XVII.
9. F. M. Beringer. Notes on the genus Myrica. Am. Journ. Pharm. 1894, p. 220.

Collin a donné les caractères anatomiques qui permettent de distinguer l'écorce âgée de *M. cerifera* employée en pharmacie[1].

Nos recherches ont porté sur 30 espèces environ sur les 50 qui composent cette petite famille. Dans toutes ces espèces nous avons examiné la structure de la tige et de la feuille, et, chaque fois que cela a été possible, celle des racines, des fleurs et des fruits.

2° Structure de l'Appareil végétatif

A. Racine

Structure primaire. — Elle est bâtie sur le type général des Angiospermes avec quelques variations peu importantes. L'assise pilifère est constituée par de larges cellules hyalines polyédriques à protoplasma finement granuleux. Les poils absorbants existent chez les plantes développées en pots dans les cultures (*M. cerifera*). Une partie seulement des cellules de cette assise en présente et ces cellules, au lieu d'être insensiblement prolongées en doigt de gant, allongent seulement la partie centrale de leur surface externe en papille. Les racines de *Gale* développées en terrain humide n'ont point de poils absorbants, mais présentent à leur surface un abondant feutrage de mycorhizes ectotropes. Ce fait, que nous avons constaté à diverses reprises est en contradiction avec les observations de Frank qui n'a jamais observé de mycorhizes (autres que les *Frankia*) chez les *myrica*. Les racines de *Gale* développées dans l'eau et formant queues de renard n'ont ni mycorhizes ni poils absorbants.

Le parenchyme cortical se compose de cellules arrondies assez étroitement unies. Des méats bien plus grands s'observent dans les racines de *Gale* développées dans l'eau. Quelques-unes des cellules renferment des petits cristaux d'oxalate de chaux ordinairement réunis en mâcles. L'endoderme présente des cadres d'épaississement souvent très peu accusés. Dans des conditions biologiques spéciales, cette assise peut devenir entièrement subéreuse et même, en se cloisonnant tangentiellement, constituer un véritable liège autour du cylindre central.

La zone péridesmique est constituée par une assise simple ou double (en face des pointements trachéens) de cellules un peu plus grandes que les cellules du parenchyme fondamental environnant.

Il existe de 4 à 8 pôles trachéens. Leur nombre varie sur le même individu et ne peut fournir aucun caractère d'ordre systématique. Il est ordinairement de 6 dans *Gale uliginosa*, de 8 dans *M. rubra* et les espèces voisines.

La moelle est composée de cellules polyédriques avec ponctuations simples sur les parois transversales et laissant entre elles de fins méats. On n'y rencontre des cristaux d'oxalate qu'accidentellement et toujours en très faible quantité.

Les racines latérales se développent vis-à-vis des îlots trachéens par le recloisonnement d'un arc péridesmique composé de 5 à 10 cellules. L'assise endodermique voisine de la racine mère fournit une poche digestive simple

1. G. Planchon et E. Collin. Les drogues simples d'origine végétale. Paris Doin, 1895.

qu'enveloppe complètement la jeune radicelle. D'après les observations de Van Tieghem et Douliot, l'accroissement terminal se fait par 3 sortes d'initiales, propres respectivement à chaque région. La nouvelle racine, en s'échapant, détermine la formation d'un petit bourrelet à son point de sortie. La poche digestive devenue inutile se meurt en subissant la dégénérescence gommeuse : ses cellules se remplissent d'une matière brune solide, qui présente les réactions de la gomme des blessures.

Structure secondaire. — La couche subéreuse se constitue aux dépens de l'assise pilifère. Le liège de la racine présente les caractères de celui de la tige. Lorsque celui-ci possède des canalicules, il en existe aussi dans le liège de la racine. Les cellules les plus externes de cette région subissent, à mesure qu'elles vieillissent, une dégénérescence gommeuse. Elles se remplissent d'une matière brune, solide et parfois de globules réfringents. L'intérieur de la paroi cellulaire subit en même temps une *destruction* partielle.

La région corticale subit quelques transformations secondaires. Chez les espèces dont la tige possède des sclérites dans son parenchyme cortical, il s'en forme aussi dans la région analogue de la racine. D'autres cellules peuvent s'agrandir beaucoup et épaissir un peu leur paroi sans la sclérifier. Elles sont riches en tannoïdes.

Souvent les cellules du parenchyme cortical repoussées par le pachyte tendent à s'aplatir et à s'allonger dans le sens tangentiel. Elles peuvent dans cet état subir des recloisonnements radiaux. Il se produit aussi des décollements de parois: des cellules d'abord contigües se trouvent écartées par l'élargissement des méats allongés dans le sens tangentiel.

La zone cambiale apparaît de très bonne heure dans le cylindre central. En même temps qu'elle fonctionne, la différenciation ligneuse gagne vers le centre et finit par faire disparaître la moelle. Le bois primaire fort peu abondant se trouve alors englobé dans le bois secondaire et n'est guère apparent. On le retrouvera aisément en se basant sur ce fait que les larges rayons médullaires du bois secondaire sont toujours dans le prolongement des axes de différenciation ligneuse primaire.

Le liber primaire devenu inactif est rejeté vers l'extérieur. Ses éléments sont en partie écrasés, mais ne sont jamais sclérifiés.

Les caractères du bois et du liber secondaires de la racine sont les mêmes que ceux de la tige ; ainsi quand il existe des îlots scléreux ou des sclérites isolés dans le liber de la tige, il en existe également dans le liber de la racine. Les éléments du bois sont ordinairement un peu moins épais que dans la tige et, les rayons médullaires ordinaires réduits à une seule file radiale simple de cellules. Ces cellules, comme celles du parenchyme cortical, sont à l'automne le siège d'un abondant dépôt de grains d'amidon.

C. Tige

Structure primaire. — La tige des Myricacées est bâtie comme la racine sur un type simple et très uniforme.

L'épiderme est recouvert d'une cuticule plus ou moins épaisse suivant les espèces. Ses cellules débordent parfois un peu les unes sur les autres et forment autant de petites papilles. La jeune tige est souvent couverte d'une efflorescence cireuse.

Les poils, analogues à ceux de la feuille et sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir, s'insèrent aussi de la même façon: les poils secréteurs en écusson peu nombreux sont portés au niveau de l'épiderme ou insérés dans des cryptes peu profondes et évasées. Les poils tecteurs unicellulaires s'insèrent de niveau où sont portés par de petites saillies épidermiques.

Les stomates sont très espacés sur la tige et portés ordinairement sur de petites élévations. Leur structure est la même que dans les feuilles. Le parenchyme cortical est constitué par des éléments chlorophylliens extérieurement. Une partie de ceux qui sont situés au milieu ou à la partie interne renferment des cristaux appartenant au système clinorhombique.

Tantôt ils sont fort petits et alors réunis en mâcles ou agglomérés en masses irrégulières; tantôt ils sont grands, tabulaires et alors réduits à un seul dans chaque cellule.

Chez certaines espèces (*M. cerifera*, etc.), il existe aussi dans le parenchyme cortical, des cellules grandes à parois minces, riches en tannoïdes.

Les canaux résinifères font entièrement défaut chez toutes les espèces. L'assertion de F. v. Höhnel[1] qui les a signalés chez *M. Sapida* est certainement erronée. La plante qu'il a observée est probablement *Podocarpus Nagi*, conifère confondue autrefois avec *Myrica* (*Morella*) *rubra*.

On observe souvent dans des cellules épaisses, dans le parenchyme cortical, une matière brune solide qui les remplit entièrement.

Cette matière paraît être une sorte de gomme (associée peut-être à un peu de résine) tout à fait analogue à celle qui se dépose dans les cellules mortifiées (*Wundgummi* des Allemands).

Des cellules à contenu analogue peuvent se rencontrer dans le liber, dans le bois, dans la moelle et même dans le parenchyme foliaire et dans les épidermes. Cette gomme est tout-à-fait inactive et n'existe là que par suite de la mort des cellules qui la contiennent.

Le périderme forme en face de chacun des îlots libéro-ligneux gamostéliques des arcs épais de 1 assise de cellules sur les bords et de 1 à 4 assises en leur milieu. Ces cellules se distinguent des autres cellules de cette région par leur paroi plus épaisse, avec aspect réfringent, par leur taille uniforme et leur contour polyédrique. On peut d'ailleurs observer ça et là parmi elles des cellules également de grande taille mais qui n'ont pas subi cette différenciation. De bonne heure les cellules péridesmiques réfringentes dont nous venons de parler épaississent leurs parois, souvent jusqu'à oblitération du lumen. Elles s'imprègnent en même temps de sclérose.

Le système conducteur primaire de la tige est constitué par une dizaine de masses libéro-ligneuses caulinaires formant dans les entre-nœuds un anneau gamostélique.

Ces masses principales se lobent pour fournir les 3 cordons libéro-ligneux qui doivent se rendre à chaque feuille et, comme ces lobes se dessinent environ entre-nœuds avant leur sortie définitive, il résulte: 1° que la partie supérieure des jeunes tiges présente un aspect prismatique triangulaire, chaque pile correspondant à la course de 3 faisceaux foliaires; 2° que l'on peut compter dans la couronne libéro-ligneuse jusqu'à 19 masses conductrices

[1] Fr. v. Höhnel, Beiträge zur Pflanzenanatomie und Physiologie. Bot. Zeit. t. XL. 165 (1882).

séparés par des rayons médullaires, chacune présentant d'ailleurs un certain nombre de pointements trachéens.

A chaque nœud la couronne libéro-ligneuse se fragmente dans la région correspondant à l'insertion de la feuille. Il s'en détache d'abord un gros cordon libéro-ligneux, puis un peu plus haut 2 cordons plus petits situés respectivement à droite et à gauche du premier et séparés de lui chacun par une masse libéro-ligneuse caulinaire. La couronne gamostélique se referme ensuite en comblant d'abord les vides laissés par le départ des faisceaux latéraux, puis un peu plus haut l'espace correspondant au départ du faisceau médian. Dans l'espace libre laissé par le départ des 3 faisceaux foliaires, il persiste pendant plusieurs années de larges rayons médullaires. C'est par le médian plus large que se fait le raccordement des tissus conducteurs de la tige issue du bourgeon axillaire correspondant, avec ceux de la tige principale.

Dans chaque cordon procambial, les premiers éléments libériens se caractérisent au contact de l'arc péridesmique ou en sont séparés par 1 ou 2 assises de cellules. Ce premier îlot libérien, outre les tubes criblés et leurs cellules compagnes, comprend quelques cellules parenchymateuses.

Les premières trachées apparaissent plus tard au contact du parenchyme médullaire. La différenciation ligneuse du parenchyme procambial se fait ensuite vers l'îlot libérien correspondant.

Le tissu médullaire pauvre en cristaux d'oxalate de chaux ou en étant entièrement dépourvu, comprend des cellules d'abord polyédriques, puis plus tard arrondies et laissant entre elles de fins méats. Ces cellules sont munies de ponctuations simples sur leurs parois transversales et aussi le plus souvent sur leurs parois latérales.

Structure secondaire. — C'est aux dépens de l'assise exodermique que se constitue la zone génératrice du liège. Elle produit un périderme assez épais qu'exfolie l'épiderme dès la deuxième année et un phelloderme toujours peu important. Vis-à-vis des stomates, l'assise subéreuse devient plus importante et constitue les lenticelles qui demeurent toujours très superficielles.

Les cellules du liège s'épaississent régulièrement ou prennent quelques ponctuations. A mesure que la tige vieillit ou est blessée, l'assise subéreuse génératrice peut être reportée plus en dedans. Elle arrive même dans les espèces arborescentes à se constituer au dépens du liber primaire ou même du liber secondaire ayant cessé de fonctionner. Les arcs péricycliques se trouvent exfoliés.

Chez les grandes espèces, l'écorce et le liber secondaire contiennent des sclérites très épais, à lumen souvent fort réduit et munis de canalicules simples ou ramifiés. Le liber secondaire comprend en outre des tubes criblés très obliques, entourés d'un système de cellules compagnes avec lesquelles ils communiquent par des plaques grillagées, étroites, rapprochées, parallèles et étendues sur toute la largeur de la paroi commune. Entre les différents systèmes criblés s'étendent des sclérites ou des cellules parenchymateuses pouvant contenir des cristaux d'oxalate de chaux.

Les rayons médullaires qui traversent le liber s'élargissent ordinairement en éventails ouverts vers l'extérieur.

Le bois secondaire est formé de fibres à paroi épaissie et de grands vaisseaux à ponctuations aréolées, isolés ou rarement groupés par 2 ou 3.

Il est traversé par de nombreux rayons médullaires, le plus souvent à une seule file de cellules ponctuées dans tous les sens et plus ou moins lignifiées.

La moelle lignifie aussi ses éléments, mais quelques cellules parenchymateuses persistent toujours au voisinage des premières trachées.

C. La Feuille.

Pétiole. — Sa structure est d'une très grande uniformité dans toute la famille. Parfois presque cylindrique (*M. rubra*, *Comptonia*), il est le plus souvent convexe à la face inférieure et plus ou moins plan à la face supérieure surtout près de l'initiale (*Gale*, divers *Myrica*). Chez *M. Faya*, cette face est creusée d'une fossette assez profonde.

Chez les espèces velues, le pétiole est couvert de poils tecteurs souvent plus abondants que sur la limbe. On y trouve aussi des poils sécréteurs en écusson, ordinairement logés dans des dépressions.

Au-dessous de l'épiderme, sur tout le pourtour du pétiole, existe un collenchyme, plus ou moins bien caractérisé. En dedans s'observe à la face inférieure un parenchyme parfois lacuneux (*M. cerifera*, etc.) riche en oxalate.

Le parcours des faisceaux conducteurs foliaires est constant dans la famille: à l'initiale, les 3 cordons libéro-ligneux sont ecartés, à la médiane, ils sont contigus ou plus ou moins accolés, à la caractéristique, ils sont soudés en un seul arc.

En dedans de l'arc libéro-ligneux existent des cellules lignifiées qui correspondent à la moelle.

Parfois l'arc scléreux péricyclique diminue d'importance et peut se réduire à quelques cellules sclérifiées isolées.

Ce qui varie pour chaque espèce, c'est le contour de la section du pétiole aux différentes régions, l'importance des faisceaux et du tissu de soutien par rapport à l'ensemble de la section, le nombre et la forme des cristaux d'oxalate de chaux, l'épiderme uni ou couvert de cryptes, le nombre et la disposition des poils.

Stipules. — Elles existent seulement chez *Comptonia*. Elles sont sessiles et s'insèrent par une étroite et très courte languette à la base même du pétiole. Elles reçoivent chacune environ la moitié du petit cordon libéro-ligneux latéral situé de leur côté et avant qu'il ne soit soudé avec le cordon médian du pétiole. Les départs des deux faisceaux se rendant respectivement aux deux stipules ne se font pas rigoureusement à la même hauteur. Dans chacune, le faisceau dès son entrée se divise en trois petites nervures. La plus grande se rend en ligne droite vers la pointe de la stipule, la plus petite remonte le bord de l'oreillette, enfin la moyenne est située entre les deux précédentes.

Comme dans le limbe, ces nervures se ramifient en réseau à mailles irrégulières.

La structure de l'épiderme, des stomates, des poils et du parenchyme chlorophyllien, est analogue dans le limbe et les stipules.

Limbe. *Nervation.* — La nervation des Myricacées est réticulée. De la nervure principale constituée d'un seul arc libéro-ligneux s'échappent alternativement à droite et à gauche des nervures secondaires obliques-as-

cendantes qui arrivées près du bord de la feuille se courbent de façon à aller rejoindre la nervure secondaire située immédiatement au-dessus. Quelquefois ces nervures peuvent se terminer par une dilatation en ampoule dans les dents des bords de la feuille, mais l'épiderme avoisinant est néanmoins dépourvu de stomates aquifères.

Dans l'espace compris entre 2 nervures secondaires s'étend un réseau formé de mailles plus ou moins irrégulières. Dans quelques-unes de ces mailles, les nervilles peuvent se terminer librement, la dernière trachée finissant en pointe fermée au milieu des cellules chlorophylliennes.

Dans *Comptonia* les feuilles sont pinnatifides, chaque lobe reçoit 2 nervures secondaires et 2 demi-nervures provenant d'un cordon correspondant à l'échancrure, cordon qui arrivé près du sinus s'est divisé en 2 branches qui sont distribuées respectivement aux deux lobes adjacents.

La structure des nervures est analogue à celle du pétiole, mais les éléments sont réduits en nombre. La nervure principale qui fait ordinairement saillie à la face inférieure offre un arc péricyclique souvent plus développé que celui du pétiole.

Les nervures de dernier ordre sont ordinairement séparées de l'épiderme par des éléments hypodermiques. Elles sont accompagnées de cellule parenchymateuses où sont localisés les cristaux d'oxalate de chaux du limbe. Ces cristaux sont presque tous très petits et agglomérés en macles dans le *Gale* et les *Myrica* proprement dits. Dans les *Myrica* de la section *Morella* ils sont en grande partie tabulaires et isolés dans chaque cellule. Le *Comptonia* seul présente des cristaux d'oxalate non groupés le long des nervures mais dispersés dans tout le parenchyme foliaire.

L'épiderme qui recouvre les nervures a toujours ses éléments allongés et diffère ainsi de l'épiderme voisin.

Structure du limbe proprement dit. — L'épiderme est constitué par des cellules à parois rectilignes ou curvilignes, ordinairement petites, planes extérieurement et à cuticule épaisse à la face supérieure, à cuticule mince et à paroi souvent prolongée en papille à la face inférieure. Généralement les faces externes des deux épidermes sont couvertes de fines perles cuticulaires, associées à des perles de cire qui ont exsudé à travers la paroi cellulaire. Ces perles de cire sont surtout abondantes sur les cellules stomatifères qu'elles finissent souvent par masquer en obturant l'ostiole.

Les stomates sont localisés à la face inférieure de la feuille et disposés ordinairement sans ordre. Cependant chez *M. cordifolia* ils sont localisés dans les cryptes des poils secréteurs. Chez cette espèce l'épiderme inférieur est aussi fortement sclérifié que le supérieur.

Les stomates sont formés par 2 cellules stomatiques en demi-lune, autour desquelles rayonnent 6 à 10 cellules qui font ordinairement saillie sur les premières.

Dans *Gale uliginosa* elles forment même chacune une grosse papille tout autour du stomate.

Les faces de la feuille sont ordinairement recouvertes de poils de 2 sortes : les poils tecteurs toujours unicellulaires à lumen reduit, et parfois caducs. En tombant, ils laissent leur base implantée au milieu des autres cellules épidermiques, desquelles elle se distingue par une forte sclérification.

Dans *Comptonia* une partie des poils tecteurs naissent par paires de 2

cellules épidermiques contigües. Ces poils se sondent à la base par leur face en regard et présentent l'aspect d'un V.

Chez un certain nombre d'espèces (*M. caroliniensis*, etc.) les poils tecteurs sont entourés de petites cellules épidermiques disposées tout autour en rosette et formant une petite saillie sur l'épiderme général.

Les poils sécréteurs sont presque constamment insérés au fond de puits plus ou moins étroits et profonds suivant les espèces. Ainsi chez *M. cerifera* ils s'étalent largement sur l'épiderme du limbe. Chez *M. Faya* l'écusson arrive à peine au niveau de l'ouverture du puits où s'insère le poil. Ces poils naissent d'une cellule épidermique qui s'allonge et se recloisonne 2-3 ou un plus grand nombre de fois. Les choses peuvent en rester là. La cellule terminale se remplit alors d'huile essentielle, se gonfle fortement et devient sphérique. De tels poils secréteurs sont communs chez *Gale uliginosa*. Chez *Comptonia*, ils sont un peu plus compliqués : la cellule terminale sécrétrice s'est divisée en 4 par formation successive de 2 cloisons verticales radiales. La division de chacune de ces tétrades sécrétrices, par une nouvelle cloison radiale, produit des poils en écusson à 8 cellules analogues à ceux des Labiées. On les observe chez *Gale*, *Comptonia* et divers *Myrica*.

Enfin chez *Gale* et *Myrica* les divisions radiales se continuent irrégulièrement en même temps qu'il se fait des divisions tangentielles. Finalement, il se produit des écussons de 10 à 30 cellules irrégulièrement groupées. Comme dans les Labiées, l'huile essentielle ne reste pas dans les cellules sécrétrices, mais s'accumule entre leur paroi et la cuticule générale, qu'elle fait éclater à la longue. La sécrétion se dépose sous forme de résine dans la crypte du poil qui cesse bientôt de fonctionner. Les cellules du pied, au lieu de former une seule, file se divise, aussi pendant le développement du poil et produisent 2 ou 3 cellules à chaque étage.

Le tissu palissadique s'insère au-dessous de l'épiderme supérieur. Il en est séparé chez *M. cordifolia*, *M. quercifolia*, *M. javanica*, par une ou deux assises de grandes cellules hypodermiques. Chez d'autres espèces, ces cellules hypodermiques existent seulement vis à vis des nervures et sur les bords des feuilles qui se recourbent alors en dessous par leurs bords pendant les périodes sèches. Chaque file palissadique est composée d'une seule cellule ou de plusieurs. Il peut y en avoir jusqu'à 6 dans *M. Laureola* Trécul.

Le tissu lacuneux est plus ou moins développé suivant les espèces et, les lacunes sont plus ou moins réduites.

3° Conclusions

En résumé, de tous les organes de la plante, c'est le limbe foliaire i présente la structure la plus variée et peut fournir les meilleurs ractères anatomiques pour distinguer les espèces. Vesque et Parentier sont arrivés à des conclusions analogues par l'étude de upes différents.

Les genres fort distincts par leur inflorescence et la structure de rs fruits, ne sont pas nettement caractérisés par la structure de r appareil végétatif.

On peut cependant attribuer à chacun les caractères suivants, qui sont il est vrai entièrement qualificatifs :

G. 1. Gale Tournf.

Absence de sclérites dans le liber de la tige. La plupart des poils sécréteurs sont terminés par seule cellule sécrétrice. Cristaux d'oxalate de chaux réunis presque tous en mâcles et la plupart accompagnant les nervures.

G. 2. Comptonia Banks in Gaertn.

Présence de quelques sclérites dans le liber de la tige. Feuilles pinnatifides stipulées. La plupart des poils sécréteurs sont terminés par 3 ou 4 cellules sécrétrices formées par division verticale d'une seule. Les cristaux d'oxalate de chaux sont dispersés dans tout le parenchyme foliaire. Poils tecteurs souvent réunis 2 par 2.

G. 3. Myrica L. (s. str.)

Ordinairement des sclérites dans le liber de la tige. La majorité des poils sécréteurs sont terminés par un écusson composé de 8 à 30 cellules. Poils tecteurs très rarement et accidentellement groupés par 2. Cristaux d'oxalate du limbe, la plupart accompagnant les nervures.

Sect. a. Cerophora Raf. (p. gen.)

La plupart des cristaux d'oxalate du limbe, réunis en mâcles.

Sect. b. Morella Lour. (p. gen.) (*Faya* Webb. p. gen.)

La plupart des cristaux d'oxalate du limbe, tabulaires, isolés dans chaque cellule.

M. A. VILLOT

Fondateur et Directeur du Laboratoire de Micrographie, à Grenoble

RECHERCHES SUR LE DÉVELOPPEMENT ET L'ORGANISATION DES TÉNIAS DES OISEAUX DE MER [594-69]

— Séance du 5 août —

Il n'est point facile d'observer les premiers stades de la formation du Strobile des Ténias. Le début de cette évolution échappe le plus souvent aux recherches en raison de la petitesse du Scolex et de la délicatesse de ses tissus, qui se décomposent très rapidement. La mort du jeune Ténia suit de près celle de son hôte, et, au bout de quelques heures, il ne reste plus trace du ver parasite. Il importe, par conséquent, de visiter le plus tôt possible l'intestin des animaux que l'on suppose infestés, ou qui l'ont été expérimentalement ; et c'est dans le duodénum, c'est-à-dire dans la partie de l'intestin voisine de l'estomac, du gésier chez les Oiseaux, qu'il convient de chercher. Il faut avoir la patience de passer en revue, à l'aide du microscope, toutes les matières que contient cette partie de l'intestin. Or, en examinant ainsi, entre deux lames de verre, avec un grossissement de 140 diamètres, le chyme extrait du duodénum, on trouve ordinairement de très jeunes vers que l'on peut considérer comme de véritables Scolex à l'état libre ; car on ne distingue encore, à leur extrémité postérieure, aucune ébauche de Proglottis. D'autres, au contraire, présentent déjà des indices de segmentation. Et, en explorant ainsi diverses parties de l'intestin grêle, on arrive à établir la série des erses phases du développement strobilaire de ces intéressants toïdes.

es espèces dont j'ai pu observer l'ensemble du développement bilaire sont au nombre de trois : *Ophryocotyle proteus* Friis, *nia nitida* Krabbe et *Tænia crassirostris* Krabbe. Les Scolex du *nia nitida*, que j'ai trouvés à l'état libre dans le duodénum de

l'Alouette de mer *(Tringa alpina)*, n'avaient que 0mm240 de long sur 0mm072 de large à la tête.

Les parties du Strobile que les descripteurs désignent sous les noms de *tête* et de *cou* ne représentent, en réalité, que la partie antérieure du Scolex, et jouent simplement le rôle d'un appareil de fixation. Indépendamment de leurs quatre ventouses, qui les rattachent à la grande famille naturelle des Tétrabothrides, les Ténias des Oiseaux sont ordinairement pourvus d'un rostre, plus ou moins développé. Ventouses et rostre sont d'ailleurs des organes homologues par leur structure et analogues par leur fonction. Le rostre n'est autre chose qu'une ventouse frontale, dont la paroi externe, au lieu de rester toujours à l'état d'invagination, se trouve normalement à l'état d'évagination. Le rostre est le plus souvent armé de crochets; mais il peut aussi être inerme, comme les ventouses; de même que celle-ci peuvent être, dans certains cas, armées de crochets.

Le nombre, les dimensions, la forme et la disposition des crochets du rostre fournissent d'excellents caractères distinctifs, qui ont été utilisés par les descripteurs pour établir les espèces. Malheureusement, chez les Ténias des Oiseaux, les crochets du rostre se détachent avec la plus grande facilité; et cette caducité de leurs crochets rend souvent leur détermination spécifique presque impossible.

Bien que ce soient là, pour l'étude des Ténias des Oiseaux, des conditions très défavorables, on a essayé, tout récemment, de faire jouer aux crochets du rostre un rôle encore plus important dans la classification de ces espèces. Raillet a créé deux nouveaux genres, principalement caractérisés par les dimensions relatives des deux parties constitutives de la base des crochets, que Stiles désigne sous les noms de *base dorsale* et de *base ventrale*[1]. Chez les *Drepanidotænia*, la base dorsale des crochets est plus *longue* que leur base ventrale. Chez les *Dicranotænia*, au contraire, la base dorsale des crochets est beaucoup plus *courte* que leur base ventrale. Il est possible, sans doute, de grouper sous ces deux caractéristiques bon nombre d'espèces de Ténias parasites des Oiseaux. Mais Raillet ne veut parler que des espèces qui ont une couronne simple de crochets de même grandeur. Or il existe, parmi les Ténias parasites des Scolopacides et des Vanellides, deux séries d'espèces à crochets longs : les unes ayant une couronne simple de crochets de même grandeur, les autres deux couronnes de crochets de grandeur différente. Faudrait-

1. La base dorsale est représentée par la partie de la base qui se trouve en continuité avec le dos de la dent, et la base ventrale est celle qui se trouve située sur le prolongement de la face ventrale de la dent.

il, pour les *Tænia nymphea, rettrostris, clavigera, ericetorum, citrus, microrhyncha*, etc., créer un nouveau genre? ou bien se résignera-t-on à élargir la caractéristique du genre *Drepanidotænia*, proposé par Raillet? L'adoption de l'une ou de l'autre de ces deux solutions dépend évidemment de l'importance relative que l'on attribuera à ces divers ordres de caractères : disposition, forme et dimenmensions des crochets du rostre.

Le soi-disant groupe des « Ténias à ventouses armées » comprend trois genres, qui n'ont pas (il s'en faut de beaucoup) la même valeur taxonomique. L'*Echinocotyle Rosseteri* R. Blanchard ne diffère des *Drepanidotænia* de Raillet que par l'armature de ses ventouses. Son rostre, qui est très long, porte une couronne simple de 10 crochets, ayant à peu près la forme de ceux du *Drepanidotænia setigera*. Le genre *Davainea*, créé par R. Blanchard et Raillet, ne représente qu'une association d'espèces d'une organisation relativement inférieure, et principalement caractérisées par l'extrême réduction de leur rostre. Le grand nombre et la petitesse de leurs crochets, qui n'ont, proportionnellement à la longueur de leur base, qu'une dent très faible, sont autant de caractères qui se trouvent en rapport avec la réduction du rostre, et auxquels on peut attribuer la même signification. Pour les *Davainea*, comme pour l'*Echinocotyle Rosseteri*, il n'y a, en définitive, que l'armature des ventouses qui soit vraiment caractéristique; et ce caractère, de l'aveu même de R. Blanchard, peut faire défaut (*Davainea madagascariensis*). Le genre *Ophryocotyle*, établi par Friis en 1869, n'est pas essentiellement caractérisé par ses ventouses armées; et il n'a, en réalité, que de très lointaines affinités avec l'*Echinocotyle Rosseteri* et les *Davainea*. Ainsi que je l'ai montré dans un travail récent (*Les espèces du genre Ophryocotyle*, Zoologischer Anzeiger, n° 533, 1897), les Ophryocotyles sont principalement caractérisés par ce fait qu'ils possèdent, à la place du rostre, qui leur manque, une rangée transversale de ventouses frontales. D'autre part, ce qu'il y a de caractéristique dans leur quatre bothridies, c'est leur orientation. Les orifices des bothridies des Ophryocotyles sont tournés vers le bord antérieur du cou, au lieu d'être situés sur les faces dorsale et ventrale de la tête, comme il est la règle chez les Ténias proprement dits. La disposition *en diadème* des crochets dont les bothridies sont armées n'est elle-même qu'une conséquence de leur mode d'orientation Il y a là, incontestablement, une série de caractères nouveaux et d'une valeur réelle. Aussi pensons-nous que le genre Ophryocotyle a sa raison d'être, et devra être conservé dans la classification au même titre que le genre *Tænia* (S. str.)

La longueur du Strobile et le nombre des Proglottis qui le constituent sont nécessairement en rapport avec l'état de développement. Mais, chez certaines espèces, le Strobile reste toujours très court et n'est jamais composé que d'un petit nombre de Proglottis. Le *Tænia inversa* Rudolphi, dont les Strobiles tapissent en quelque sorte la muqueuse intestinale de la Guifette (*Sterna nigra*, *Hydrocheldon fissipes*), a une longueur qui dépasse rarement 0m003 ; et les exemplaires les plus grands que j'ai observés n'étaient formés que de 9 Proglottis. Une autre espèce, que j'ai trouvée dans l'intestin du Pluvier à collier (*Charadrius hiaticula*), et que personne, que je sache, n'avait encore signalée, se fait remarquer aussi par sa brièveté. Ses Strobiles, *en forme de poire*, ne sont constitués que par 5 ou 6 Proglottis. L'espèce que le Dr von Linstow a découverte dans l'intestin du Pluvier doré (*Charadrius pluvialis*), et à laquelle il a donné le nom de *Tænia brevis*, diffère de celle que je viens de faire connaître par la forme de son Strobile ; mais elle est aussi caractérisée, ainsi que l'indique son nom, par sa taille très réduite. Elle n'a que 0m004 de long, et jamais plus de 12 Proglottis. Ces particularités de développement ne sont point spéciales aux Ténias des Oiseaux de rivage dont nous venons de parler ; car on les retrouve chez la plupart des espèces du genre *Davainea*. Leur raison d'être est sans doute inhérente à la nature même du ver parasite : elles peuvent très bien s'expliquer par une évolution plus rapide et par la facilité avec laquelle, chez les espèces en question, les Proglottis se détachent du Strobile, dès qu'ils sont parvenus à maturité.

La longueur et la largeur relatives des Proglottis me paraissent être aussi les effets des mêmes causes. Si les Proglottis, une fois parvenus à maturité, ont de la peine à se détacher du Strobile, leur nombre deviendra nécessairement de plus en plus considérable et leur développement de plus en plus difficile. Chaque Proglottis aura, dans ce cas, une tendance à s'accroître dans le sens de la largeur. Il en sera encore de même, si la segmentation du Scolex s'effectue très rapidement, et s'il se forme et se développe en même temps un grand nombre de Proglottis. Il est d'ailleurs bien évident que la forme et les dimensions des Proglottis appartenants à un même Strobile peuvent varier beaucoup selon leur âge, c'est-à-dire suivant leur état relatif de développement ; et ce sont les Proglottis les plus vieux qu'il faut surtout, à ce point de vue, prendre en considération. Il importe aussi, pour apprécier avec justesse des rapports de cette nature, de tenir compte de l'état de contraction ou de relâchement des diverses sortes de fibres musculaires qui traversent en tous sens chaque Proglottis. Malheureusement, ce sont là des conditions que beaucoup de

descripteurs négligent de préciser; ce qui enlève à leurs observations une grande partie de la valeur qu'elles pourraient avoir.

Les Ténias des Oiseaux, comme ceux des Mammifères, sont représentés par des espèces à « courts segments » et des espèces à « longs segments». L'étude des Ténias parasites des Scolopacides et des Vanellides est à cet égard particulièrement instructive. Chez certaines espèces, les Proglottis, très courts au début de leur développement, prennent une forme de plus en plus allongée à mesure qu'ils avancent en âge. Chez d'autres, au contraire, les Proglottis les plus vieux sont les plus courts et les plus larges. Chez quelques-unes, enfin, tous les Proglottis, des premiers jusqu'aux derniers, sont larges et courts. Et il n'est pas rare de trouver dans la même espèce d'Oiseau, c'est-à-dire dans des conditions d'existence identiques, des Ténias appartenant à ces divers types de développement.

Les caractères les plus importants que l'on puisse tirer des Proglottis, pour la distinction et la classification des espèces, sont fournis par l'orifice génital.

Cet orifice devrait être toujours situé sur la ligne médiane de la face ventrale des Proglottis; car c'est là sa position normale. Mais, pour des raisons que nous feront connaître plus loin, il en est rarement ainsi chez les Ténias. Le genre *Mesocestoides*, créé par Vaillant en 1863, réunit les espèces qui présentent ce caractère exceptionnel (Ténias margaritifères de Batsch). Les mieux connues *(Mesocestoides ambiguus, lineatus, litteratus, lagopodis)* sont parasites de quelques Mammifères de l'ordre des carnassiers (Genette, Renard, Chien, Chat); mais d'après Raillet, il faudrait leur adjoindre le *Tænia imbutiformis*, découvert par Polonio dans l'Oie sauvage. Stiles est d'avis que cette dernière espèce a été trop insuffisamment décrite pour qu'on puisse la placer définitivement dans le genre *Mesocestoides;* il pense que le soi-disant « pore génital » figuré par Polonio, et considéré comme tel par Raillet, pourrait tout aussi bien représenter un testicule, le *receptaculum seminis* ou la poche du cirrhe. Ce que je puis affirmer, c'est qu'il existe, parmi les Ténias parasites des Oiseaux de mer, des espèces dont le pore génital occupe une position intermédiaire entre la ligne médiane et le bord latéral du Proglottis. Le *Tænia nitida* Krabbe nous a permis de faire, à ce sujet, une observation que nous croyons intéressante. Chez cette espèce, que l'on trouve si abondamment dans l'intestin de l'Alouette de mer, les Proglottis deviennent en vieillissant presque cylindriques; et l'on constate que cette modification dans la forme des Proglottis est accompagnée d'un déplacement de l'orifice génital. Cet orifice, chez le *Tænia nitida*, n'est

jamais vraiment marginal : il est toujours plus ou moins éloigné du bord latéral du Proglottis ; et chez les Proglottis qui ont pris la forme cylindrique, il se trouve situé exactement au centre de la face ventrale. Ce sont là des faits qu'il est facile de vérifier ; car l'orifice génital du *Tænia nitida* est pourvu d'une sorte de sphincter musculaire, qui lui donne l'aspect d'une ventouse et qui le rend très visible, même avec une simple loupe.

Considérés dans l'ensemble du Strobile, les orifices génitaux peuvent être tous situés sur le même côté des Proglottis, ou bien alternativement sur l'un et l'autre côtés. Les Ténias des Oiseaux de mer nous fourniraient des exemples de chacun de ces modes de disposition des orifices génitaux ; et les séries que l'on pourrait établir ainsi ne concordent nullement avec la série des Oiseaux qui hébergent ces vers parasites. Les Ténias des Scolopacides, des Vanellides et des Larides sont représentés à la fois par des espèces à orifices génitaux *unilatéraux* et des espèces à orifices génitaux *alternes*. Parmi ces dernières, il en est d'ailleurs beaucoup dont les orifices génitaux ne sont que très irrégulièrement alternes.

L'existence, sur chaque Proglottis, de deux orifices génitaux *opposés* est la conséquence d'une duplicité, plus ou moins complète, de l'appareil génital. On l'observe chez les Ténias des Oiseaux aussi bien que chez les Ténias des Mammifères ; et chez les uns comme chez les autres, elle a donné lieu à la création de plusieurs groupes de valeur générique. Les *Cotugnia, Amabilia* et *Diploposthe* sont des Ténias parasites des Gallinacés, des Echassiers et des Palmipèdes. Mais, ainsi que Stiles le fait remarquer très justement, le genre *Cotugnia* de Diamare ne saurait être distingué nettement du genre *Dipylidium* de Leuckart. Le genre *Diploposthe*, récemment proposé par Jacobi, pourrait bien n'être aussi qu'un synonyme du genre *Amabilia*, établi par Diamare.

Ces diverses positions de l'orifice génital, unilatéralité, alternance et bilatéralité, constituent une série de modifications qui ont toutes pour résultat de rendre plus facile l'accouplement entre Proglottis de Strobiles différents. Quant à l'autofécondation, qu'on observe quelquefois, elle n'est jamais qu'un pis-aller.

Chez certaines espèces dont les Proglottis, courts et larges, ne se détachent que très difficilement, on trouve à l'extrémité postérieure du Strobile une série de Proglottis notablement plus longs et plus étroits. Ces Proglottis terminaux, qui se sont incontestablement formés les premiers, se distinguent en outre des autres Proglottis en ce qu'ils ne contiennent pas d'œufs et ne présentent que des traces

d'organes génitaux. Observés tout d'abord chez plusieurs espèces de Ténias parasites des Mammifères (*Tænia perfoliata, mamillana, rhopalocephala, rhopaliocephala),* ces Proglottis anomaux ont été désignés sous le nom d'*articles stériles*. Et pour expliquer leur soi-disant stérilité, on a eu recours aux hypothèses les plus singulières et les plus invraisemblables. Kahane prétend que ces Proglottis stériles sont formés par le Scolex pour servir de rempart (Schutz und Wall) aux Proglottis suivants! Riehm considère cette partie terminale du Strobile comme une sorte de queue, et il voit dans la présence de cet appendice caudal une preuve de plus pour affirmer que les Cestoïdes sont des vers monozoïques ! ! Mais Zschokke, qui a eu l'occasion d'observer le même phénomène chez le *Tænia relicta,* parasite du Surmulot (*Mus decumanus),* n'a pas fait tant de frais d'imagination. Pour le savant professeur de l'Université de Bâle, il s'agit là tout simplement de Proglottis dont les organes génitaux sont en train de disparaître, après avoir rempli leurs fonctions. Si ces Proglottis, depuis longtemps parvenus à l'état de maturité, ne contiennent point d'œufs, c'est que ces derniers ont déjà été expulsés ; et la preuve en est dans ce fait qu'on trouve sur le bord postérieur du Proglottis, la déchirure par laquelle les œufs se sont échappés.

J'ai pu moi-même, sur plusieurs espèces de Ténias parasites des Scolopacides et des Vanellides, faire des observations analogues, et reconnaître la parfaite exactitude de l'explication donnée par Zschokke. Ici le moindre doute n'était plus permis. Les œufs de ces espèces, enchevêtrés les uns dans les autres par les longs appendices de leur coque, sortent par paquets, que l'on trouve souvent encore à moitié engagés dans la déchirure qu'ils ont produite.

Conclusions

De l'ensemble de mes recherches sur le développement et l'organisation des Ténias des Oiseaux de mer, il ressort clairement que le soi-disant groupe des « Ténias des Oiseaux » n'a aucune valeur taxonomique. Abstraction faite du genre *Ophryocotyle,* qui me paraît bien caractérisé par la disposition et la structure de l'armature céphalique du Scolex, toutes les divisions qu'on a essayé d'établir aux dépens de ce groupe hétérogène ne représentent que des coupes artificielles. Et il ne saurait en être autrement, en employant les caractères dont on a fait usage jusqu'ici. Je ne puis que répéter à cet égard ce que je disais en 1883, dans mon *Mémoire sur les Cystiques des Ténias :* « Un jour viendra où la classification des Ténias pourra être ramenée à l'unité. Mais il n'y aura alors que les noms spécifiques des

Cystiques à supprimer; car on sait déjà que le groupement définitif des espèces en sous-genres doit reposer sur la classification des états vésiculaires. Les Proscolex, les Scolex, les Strobiles et les Proglottis ne fournissent que des caractères d'une valeur secondaire. » Dans tous les cas, ce n'est pas avec des descriptions particulières, plus ou moins minutieuses, qu'on arrivera à préciser la valeur relative des divers ordres de caractères. La *méthode comparative* est la seule qui puisse donner une base rationnelle à la classification naturelle des Ténias.

M. E. CHEVREUX

Correspondant du Muséum, à Bône (Algérie)

RÉVISION DES AMPHIPODES DE LA COTE OCÉANIQUE DE FRANCE

— *Séance du 5 août* —

Les Crustacés amphipodes de la côte océanique de France ont déjà fait l'objet de quelques publications. En 1887, M. Bonnier, dans son *Catalogue des Crustacés malacostracés recueillis dans la baie de Concarneau*[1], énumère 66 espèces d'Amphipodes. A la même époque, je publiais un *Catalogue des Crustacés amphipodes marins du Sud-Ouest de la Bretagne*[2], comprenant 123 espèces, et, quelques mois plus tard, une liste supplémentaire de 17 Amphipodes[3]. Il y a lieu d'éliminer de ces listes quelques formes, qui ne diffèrent des espèces authentiques que par l'âge et le sexe, et de rectifier quelques erreurs de détermination.

D'autre part, les dragages effectués, au cours de ces dernières années, à bord de mes yachts *Actif* et *Melita*, m'ayant procuré un certain nombre d'espèces nouvelles pour la faune française, il m'a semblé utile de donner une liste définitive des Amphipodes rencontrés, jusqu'ici, sur nos côtes de l'Océan.

1. Bulletin scient. du départ. du Nord, 2e série, Xe année, 1887.
2. Bulletin de la Soc. Zool. de France, XIIe vol., p. 288-340, pl. V.
3. *Nouvelles espèces de Crustacés amphipodes du Sud-Ouest de la Bretagne*, Assoc. française, congrès de Toulouse, 1887.

Dans le présent travail, j'ai considéré comme appartenant à la faune française toute l'étendue du plateau, constamment exploré par nos pêcheurs au chalut, qui descend en pente douce, depuis le littoral, jusqu'aux profondeurs de 180 à 200 m, et se termine par une falaise abrupte, à partir de laquelle commencent les grands fonds de l'Océan atlantique. On sait que ce plateau, large de plus de cent milles sous la latitude de Belle-Ile, décroît progressivement, pour n'avoir plus qu'une quinzaine de milles d'étendue, à la hauteur de l'embouchure de l'Adour.

J'ai tenu compte, dans la liste qui suit, des dragages du *Moustique* dans les parages des îles Glénans, en 1884, des recherches du baron J. de Guerne aux environs de Concarneau, en 1884, du catalogue publié par M. Bonnier en 1887, et des dragages effectués par S. A. le Prince de Monaco, à bord de l'*Hirondelle*, en 1886 et 1887, au large de la côte océanique de France, par des profondeurs inférieures à 200 m. J'ai mentionné également une espèce nouvelle, draguée par l'aviso le *Caudan*[1], et un Amphipode appartenant à un genre nouveau, recueilli au voisinage de l'île d'Yeu par le bateau de pêche à vapeur anglais *Britannic*, et décrit par M. A. O. Walker.[2] Enfin, les recherches de M. A. Dollfus dans le bassin d'Arcachon, à Guéthary, et à St-Jean-de-Luz, m'ont permis de citer un certain nombre d'intéressantes espèces de nos côtes du Sud-Ouest.

Hyperidæ

1. *Hyperia galba* (Mont.) — Toute la côte, dans les Discoméduses (*Rhizostoma*, *Aurelia*, *Cyanea*, *Chrysaora*)

2. *Parathemisto oblivia* (Kröyer) — Prise au filet entre deux eaux, pendant les dragages de la *Melita* (au large de Pen-March, de l'île d'Yeu, du phare de Contis, de l'embouchure de l'Adour), par 50 à 90 m au-dessous de la surface, et dans l'estomac d'un Germon pêché au large des Iles Glénans.

Orchestidæ

3. *Talitrus locusta* (Pallas) — Toute la côte, sur les plages de sable fin.

4. *Talorchestia Deshayesi* (Audouin) — Le Croisic.

5. *T. brito* Stebbing — Plage du Verdon (embouchure de la Gironde).

6. *Orchestia littorea* (Mont.) — Toute la côte, sous les pierres, au-dessus du niveau des pleines mers.

1. *Résultats scientifiques de la campagne du Caudan dans le golfe de Gascogne, août-septembre 1895. Fascicule III. Edriophthalmes par Jules Bonnier.* Annales de l'Université de Lyon, Paris 1896.

2. *On two new Species of Amphipoda Gammaridea.* Annals and Mag. of Nat History, série 6, vol. XVIII, août 1896.

7. *O. cavimana* Heller. — Nantes[1].

8. *O. mediterranea* Costa — Belle-Ile, la Trinité de Crach, le Croisic — St-Jean-de-Luz (Dollfus).

9. *Hyale Nilssoni* (Rathke) — Concarneau (Bonnier) — Belle-Ile, le Croisic, Royan — Guéthary (Dollfus).

10. *H. Prévosti* (M.-Edw.) — Belle-Ile, le Croisic — St-Jean-de-Luz (Dollfus).

11. *H. pontica* Rathke[2] — Pontaillac, embouchure de la Gironde (Dollfus).

12. *H. camptonyx* (Heller) — Guéthary, St-Jean-de-Luz (Dollfus).

LYSIANASSIDÆ

13 *Acidostoma obesum* (Sp. Bate) — Iles Glénans, 23 m ; le Croisic, 11 m (*Actif*).

14. *Ichnopus spinicornis* Boeck — Sud-ouest de Belle-Ile, 130 m et 160 m (*Melita*).

15. *Lysianax ceratinus* Walker — Iles Glénans, 10 m et 23 m (*Actif*) — Belle-Ile, 10 m (*Hirondelle*). — Le Croisic, marée basse.

16. *L. Costæ* (M. Edw.) — Rade de Brest, 30 m (*Melita*) — Concarneau (Bonnier) — Iles Glénans, 60 m ; baie de Quiberon, le Croisic, 8 à 10 m (*Actif*).

17. *Socarnes erythrophthalmus* Robertson — Iles Glénans, baie de Quiberon, Piriac, le Croisic, 0 à 15 m (*Actif*).

18. *Perrierella audouiniana* (Sp. Bate) — Rade de Brest, 30 m (*Melita*) — Iles Glénans, Concarneau, le Croisic, 15 à 23 m (*Actif*).

19. *Callisoma crenatum* Sp. Bate. — Sud-ouest de Belle-Ile, 57 m et 100 m (*Melita*).

20. *Hippomedon denticulatus* (Sp. Bate) — Concarneau, 45 à 50 m (Bonnier) — Le Croisic, 5 à 10 m (*Actif*).

21. *Orchomene Batei* G. O. Sars — Rade de Brest, 30 m (*Melita*) — Concarneau (Bonnier) — Baie de Quiberon, le Croisic, 0 à 6 m (*Actif*).

22. *Orchomenella nana* (Kröyer) — Rade de Brest, nasse, 8 m (*Melita*) — Iles Glénans, Port-Navalo, le Croisic, nasse, 10 à 19 m (*Actif*) — Arcachon (Dollfus).

23. *Nannonyx Goësi* (Boeck) — Le Croisic, marée basse.

24. *Tryphosites longipes* (Sp. Bate) — Le Croisic, 10 m et 15 m (*Actif*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 136 et 180 m (*Hirondelle*).

25. *Centromedon crenulatum* nov. sp[3]. — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

26. *Lepidepecreum carinatum* Bate et Westw. — Le Croisic, 8 à 25 m (*Actif*) Guéthary, marée basse (Dollfus).

27. *L. clypeatum* Chevreux — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

28. *Podoprion Bolivari* Chevreux — Saint-Sébastien (Bolivar)[4].

1. Une douzaine d'exemplaires trouvés, en compagnie de nombreux *Niphargus puteanus*, au fond d'un puits que l'on vidait pour le nettoyer.

2. *H. Lubbockiana* (Sp. Bate).

3. Les espèces nouvelles, citées dans cette liste, sont décrites et figurées dans un mémoire, en cours d'impression à Monaco, intitulé : *Crustacés Amphipodes provenant des Campagnes du Yacht l'Hirondelle, 1885-1888*.

4. Cette espèce, décrite d'après des exemplaires recueillis par la *Melita* dans la baie de Vigo, a été retrouvée depuis, au voisinage de la frontière de France, par le Professeur Bolivar. Je la cite ici pour mémoire, persuadé qu'elle sera capturée tôt ou tard sur nos côtes du Sud-Ouest.

PONTOPOREIDÆ

29. *Bathyporeia norvegica* G. O. Sars = Le Croisic, 10 m (*Actif*).

30. *B. pelagica* Sp. Bate — Le Croisic, 10 m (*Actif*) — Pontaillac, marée basse. (Dollfus).

31. *B. Robertsoni* Sp. Bate — Le Croisic, 5 à 6 m (*Actif*).

32. *Haustorius arenarius* (Slabber) — Le Croisic, le Pouliguen, marée basse.

33. *Urothoe marina* (Sp. Bate) — Concarneau (Bonnier) — Iles Glénans, 19 m (*Moustique*) — Le Croisic, 6 m (*Actif*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

34. *U. brevicornis* Sp. Bate — Le Croisic, le Pouliguen, 0 à 5 m (*Actif*).

35. *U. elegans* Sp. Bate — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

36. *U. pulchella* (Costa) — Le Croisic, 5 à 6 m (*Actif*).

37. *U. Grimaldii* Chevreux — St-Jean-de-Luz, 5 à 6 m (Dolfus).

38. *Argissa hamatipes* (Norman) — Sud-ouest de Belle-Ile, 160 m (*Melita*).

PHOXOCEPHALIDÆ

39. *Phoxocephalus Fultoni* Th. Scott — Le Croisic, 10 à 20 m (*Actif*).

40. *Paraphoxus maculatus* (Chevreux) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

41. *Metaphoxus pectinatus* (Walker) — Rade de Brest, 30 m (*Melita*) — Iles Glénans, 60 m; Concarneau, 18 m; le Croisic, 15 à 20 m; ouest de l'île d'Yeu, 80 m (*Actif*) — Belle-Ile, 19 m (*Hirondelle*).

42. *Harpinia neglecta* G O. Sars — Concarneau, 19 m (*Actif*) — Belle-Ile, 19 m (*Hirondelle*).

43. *H. pectinata* G. O. Sars — Concarneau, baie de Quiberon, le Croisic, 10 à 20 m (*Actif*) — Saint-Jean-de-Luz, (6 m Dollfus).

44. *H. crenulata* Boeck — Rade de Brest, 30 m (*Melita*) — Le Croisic, 10 à 18 m (*Actif*) — Belle-Ile, 19 m (*Hirondelle*).

AMPELISCIDÆ

45. *Ampelisca typica* (Sp. Bate) — Concarneau (Bonnier) — Iles Glénans, 60 m; Concarneau, le Croisic, 15 à 19 m (*Actif*).

46. *A. tenuicornis* Lillj. = Concarneau, le Croisic, 15 à 19 m (*Actif*) — Belle-Ile, 19 m (*Hirondelle*).

47. *A. assimilis* Boeck — Iles Glénans, 60 m; le Croisic, 16 m (*Actif*) — Nord-ouest de Saint-Jean-de-Luz, 120 m (*Melita*).

48. *A. diadema* (Costa) — Iles Glénans, 50 à 60 m (de Guerne) — Le Croisic, 10 à 15 m (*Actif*) — Belle-Ile, 19 m (*Hirondelle*).

49. *A. brevicornis* (Costa)[1] — Iles Glénans, le Croisic, 0 à 30 m (*Actif*) — Belle-Ile, 19 m; Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*) — Arcachon, Saint-Jean-de-Luz, 6 à 8 m (Dollfus).

50. *A. Sarsi* Chevreux — Concarneau, le Croisic, 15 à 19 m (*Actif*) — Saint-Jean-de-Luz, 5 à 6 m (Dollfus).

1. *A. lævigata* Lillj.

51. *A. spinimana* Chevreux — Le Croisic, 15 à 20 m (*Actif*) - Saint-Jean-de-Luz, 10 m (*Melita*).

52. *A. spinipes* Boeck — Iles Glénans (*Moustique*) — Concarneau, Lorient, le Croisic, l'île d'Yeu, 15 à 60 m (*Actif*) — Belle-Ile, 19 m; Sud-ouest de Belle-Ile, 136 m et 166 m (*Hirondelle*) — Saint-Jean-de-Luz, 120 m (*Melita*).

53. *A. æquicornis* Bruz. — Iles Glénans, 60 m (*Actif*).

54. *A. rubella* Costa — Saint-Jean-de-Luz, 8 m (*Melita*).

55. *Haploops tubicola* Lillj.— Iles Glénans (*Moustique*) - Concarneau (de Guerne, Bonnier) — Concarneau, le Croisic, 15 à 20 m (*Actif*) — Belle-Ile, 19 m (*Hirondelle*).

STEGOCEPHALIDÆ

56. *Stegocephaloides christianiensis* (Boeck) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 150 m (*Melita*).

AMPHILOCHIDÆ

57. *Amphilochus manudens* Sp. Bate. — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*) — Le Croisic, 10 m (*Actif*).

58. *A. neapolitanus* Della Valle — Concarneau, 19 m (*Actif*) — Guéthary, marée basse (Dollfus).

59. *A. anomalus* nov. sp. — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

60. *Amphilochoides odontonyx* (Boeck) — Concarneau, 19 m (*Actif*).

61. *A. longimanus* (Chevreux) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

62. *Gitana Sarsi* Boeck — Baie de Quiberon, le Croisic, 7 à 14 m (*Actif*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

63. *Peltocoxa danmoniensis* (Stebbing) — Le Croisic, 0 à 6 m, roches (*Actif*).

STENOTHOIDÆ

64. *Stenothoe marina* (Sp. Bate) — Concarneau, 20 m (Bonnier) — Concarneau, baie de Quiberon, le Croisic, 11 à 19 m (*Actif*) — Arcachon, Saint-Jean-de-Luz, 0 à 5 m (Dollfus).

65. *S. monoculoides* (Mont.) — Concarneau, 0 à 25 m (Bonnier) — Le Croisic, marée basse — Arcachon, Guéthary, Saint-Jean-de-Luz, marée basse (Dollfus).

66. *Metopa rubrovittata* G. O. Sars — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

67. *Cressa dubia* (Sp. Bate) — Le Croisic, 6 m, roches (*Actif*).

LEUCOTHOIDÆ

68. *Leucothoe spinicarpa* (Abildg.) — Concarneau (de Guerne, Bonnier) — Rade de Brest, 30 m; ouest de l'île d'Yeu, 100 m (*Melita*) — Iles Glénans, Concarneau, baie de Quiberon, le Croisic, 10 à 20 m (*Actif*) — Belle-Ile, 10 m (*Hirondelle*).

69. *L. incisa* Robertson — Iles Glénans, 50 à 60 m (de Guerne) — Belle-Ile, 19 m (*Hirondelle*) - Le Croisic, 0 à 15 m (*Actif*) — Arcachon, Saint-Jean-de-Luz, 5 à 6 m (Dollfus).

ŒDICERIDÆ

70. *Monoculodes carinatus* Sp. Bate — Concarneau, 50 m (Bonnier) — Lorient, le Croisic, 6 à 23 m (*Actif*).

71. *M. gibbosus* Chevreux — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

72. *Perioculodes longimanus* (Bate et Westw.) — Rade de Brest, 30 m (*Melita*) Le Croisic, 6 m (*Actif*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*) — Arcachon, Saint-Jean-de-Luz, 5 à 6 m (Dollfus).

73. *Pontocrates arenarius* (Sp. Bate) — Le Croisic, 5 à 10 m (*Actif*) — Saint-Jean-de-Luz, 5 à 6 m (Dollfus).

74. *P. altamarinus* (Sp. Bate) — Concarneau, 50 m (Bonnier) — Le Croisic, 10 m (*Actif*).

75. *Synchelidium haplocheles* (Grube) — Rade de Brest, 30 m (*Melita*) — Concarneau, 19 m (*Actif*) — Pontaillac (Dollfus).

76. *Halimedon Mülleri* Boeck — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

77. *H. rectirostris* Della Valle — Rade de Brest, 30 m (*Melita*) — Concarneau, 15 m (*Actif*) — Belle Ile, 19 m (*Hirondelle*).

PARAMPHITHOIDÆ

78. *Stenopleustes nodifer* G. O. Sars — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

EPIMERIDÆ

79. *Epimeria cornigera* (Fabr.) — Sud-ouest de Belle-Ile, 155 à 180 m (*Hirondelle*).

PARDALISCIDÆ

80. *Halicoides anomala* Walker — Ile d'Yeu, 31 à 58 m (chalutier à vapeur anglais *Britannic*).

IPHIMEDIDÆ

81. *Iphimedia obesa* Rathke — Belle-Ile, 10 m (*Hirondelle*) — Belle-Ile, le Croisic, 10 à 50 m (*Actif*).

82. *I. minuta* G. O. Sars — Le Croisic, 5 à 6 m (*Actif*).

83. *Iphimediopsis Eblanæ* (Sp. Bate) — Iles Glénans, le Croisic, 6 à 10 m, roches (*Actif*).

84. *Guernea coalita* (Norman) — Le Croisic, 0 à 10 m (*Actif*) — Guéthary, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

LAPHYSTIDÆ

85. *Laphystius Sturionis* Kröyer — Sud-ouest de Belle-Ile, 80 m (sur un *Maia squinado*).

EUSIRIDÆ

86. *Eusirus longipes* Boeck — Iles Glénans, 6 à 8 m (*Actif*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 166 m et 180 m (*Hirondelle*).

87. *Eusiroides Della Vallei* nov. nom.[1] — Guéthary, Saint-Jean-de-Luz, marée basse (Dollfus).

1. Cette espèce a été décrite par le professeur Della Valle, sous le nom d'*Eusiroides Cæsaris* Stebbing, d'après des exemplaires provenant du golfe de Naples. J'ai eu occasion de la retrouver en plusieurs points de la côte méditerranéenne de France (Port-Vendres, Saint-Raphaël, Cannes, Antibes), et à Cadix. Elle est à mon avis, bien distincte des trois formes d'*Eusiroides* draguées par le *Challenger* dans l'hémisphère sud, et je propose de la nommer *Eusiroides Della Vallei*.

CALLIOPIDÆ

88. *Apherusa bispinosa* (Sp. Bate) - Iles Glénans, Groix, baie de Quiberon, le Croisic, 0 à 15 m (*Actif*) — Belle-Ile, 10m ; sud de Belle-Ile, 63m (*Hirondelle*) Arcachon (Dollfus).

89. *A. Jurinei* (M.-Edw.) — Douarnenez, Concarneau, le Croisic, Saint-Jean-de-Luz, marée basse — Guéthary (Dollfus).

90. *A. cirrus* (Sp. Bate) — Le Croisic, marée basse.

91. *A. tridentata* (Bruz.) — Sud-ouest de Belle-Ile, 160m (*Melita*).

92. *Calliopius Rathkei* (Zaddach) — Douarnenez, marée basse.

ATYLIDÆ

93. *Paratylus Swammerdami* (M.-Edw.) — Concarneau (Bonnier) — Le Croisic, le Pouliguen, 0 à 10m (*Actif*) — Royan, Arcachon, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus)

94. *P. uncinatus* (G. O. Sars) — Le Croisic, 6 à 8m (*Actif*).

95. *P. vedlomensis* (Sp. Bate) — Concarneau 15m (Bonnier) — Concarneau, 19m (*Actif*).

96. *P. guttatus* (Costa) — Concarneau, baie de Quiberon, le Croisic, 6 à 10m (*Actif*) — Pontaillac, Arcachon (Dollfus) — Saint-Jean-de-Luz, 8m (*Melita*).

97. *Dexamine spinosa* (Mont.) Rade de Brest, 28m (*Melita*) — Iles Glénans (*Moustique*) — Concarneau (Bonnier) — Belle-Ile, 10m (*Hirondelle*) — Douarnenez, le Croisic, marée basse — Arcachon, Guéthary, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

98. *D. Thea* Boeck — Le Croisic, marée basse — Guéthary, Hendaye (Dollfus).

99. *D. spiniventris* (Costa) — Guéthary, Saint-Jean-de-Luz, marée basse (Dollfus).

100. *Tritæta gibbosa* (Sp. Bate) — Concarneau (Bonnier) — Le Croisic, 0 à 6m, roches, dans les Eponges (*Actif*).

GAMMARIDÆ

101. *Melphidippella macera* (Norman) — Ouest de l'île d'Yeu, 75m (*Actif*).

102. *Amathilla Homari* (Fabr.) — Concarneau (Bonnier) — Le Croisic, le Pouliguen, marée basse.

103. *A angulosa* (Rathke) — Le Croisic, le Pouliguen, marée, dans les Algues.

104. *Gammarus marinus* (Leach) — Concarneau (Bonnier) — Groix, le Croisic, Royan, marée basse.

105. *G. locusta* (Linné) — Iles Glénans (*Moustique*) — Concarneau (Bonnier) — Le Croisic, 0 à 8m (*Actif*) — Arcachon, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

106. *G. Duebeni* Lillj — Au bord de la Loire, depuis Saint-Nazaire jusqu'en amont de Nantes — Prairie de Mauves (L. Bureau).

107. *Gammarella breviraudata* (M.-Edw.) — Iles Glénans (de Guerne) — Concarneau (Bonnier) — Iles Glénans, le Croisic, 0 à 8m (*Actif*) — Arcachon, Guéthary, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

108. *Melita palmata* (Mont.) — Concarneau (Bonnier) — Le Croisic, la Rochelle, marée basse — Arcachon, Guéthary, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

109 *M. obtusata* (Mont.) — Concarneau, 30m (Bonnier) — Le Croisic, 10m (*Ac-*

tif) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180m (*Hirondelle*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 160m (*Melita*) — Arcachon (Dollfus).

110. *M. gladiosa* Sp. Bate — Iles Glénans, 29m (*Moustique*) — Concarneau, 10m (Bonnier) — Groix, le Croisic, 10m (*Actif*) — Belle-Ile, 10m ; Sud-ouest de Belle-Ile, 160m (*Hirondelle*).

111. *Mœra Othonis* (M.-Edw.) — Rade de Brest, 23m ; Sud-ouest de Belle-Ile, 160m (*Melita*) — Concarneau, (de Guerne) — Belle-Ile. 19m ; Sud-ouest de Belle-Ile, 166m et 180m (*Hirondelle*) — Groix, le Croisic, île d'Yeu, 10 à 75m (*Actif*).

112. *M. grossimana* (Mont.) — Concarneau, 10m (Bonnier) — Le Croisic, marée basse.

113. *M. semiserrata* (Sp. Bate) — Belle-Ile, 10m (*Hirondelle*) — Baie de Quiberon, 8m (*Actif*).

114. *M. Batei* Norman — Baie de Quiberon, le Croisic, 5 à 27m (*Actif*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180m (*Hirondelle*).

115. *Megaluropus agilis* Norman — Le Croisic, 8m (*Actif*).

116. *Elasmopus rapax* (Costa) — Concarneau (Bonnier) — Iles Glénans, 8m (*Actif*) — Belle-Ile, le Croisic, 15 à 80m, sur les *Maia* — Guéthary, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

117. *Cheirocratus Sundevalli* (Rathke) — Rade de Brest, 30m (*Melita*) — Belle-Ile, 10m (*Hirondelle*) — Baie de Quiberon, Piriac, le Croisic, 0 à 8m (*Actif*).

118. *C. intermedius* G. O. Sars — Le Croisic, 10m (*Actif*) — Arcachon (Dollfus).

119. *Lilljeborgia pallida* (Sp. Bate) — Concarneau (Bonnier) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180m (*Hirondelle*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 100m (*Melita*).

120. *L. fissicornis* (M. Sars) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180m (*Hirondelle*).

121. *L. picta* Norman-Belle-Ile, 10m (*Hirondelle*) — Baie de Quiberon, 8 et 27m (*Actif*) — Saint-Jean-de-Luz, 5 à 6m (Dollfus).

122. *Kinahani* Sp. Bate — Baie de Quiberon, 14m (*Actif*).

123. *Isæa Montagui* M.-Edw. — Concarneau (Bonnier) — Port-Navalo, le Croisic, commensal de *Maia squinado* et de *Homarus vulgaris*.

Photidæ

124. *Microdeutopus gryllotalpa* Costa — Le Croisic, le Pouliguen, dans les marais salants et dans les parcs à huîtres — Arcachon (Dollfus).

125. *M. versiculatus* Sp. Bate — Concarneau (Bonnier) — Baie de Quiberon 7 à 14m (*Actif*) — Arcachon, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

126. *M. anomalus* (Rathke) — Sud-ouest de Belle-Ile, 100m (*Melita*).

127. *M. danmoniensis* Sp. Bate — Concarneau, 19m (*Actif*).

128. *M. Stationis* Della Valle — Arcachon (Dollfus).

129. *Stimpsonella chelifera* (Sp. Bate) — Ile Dumet (*Actif*) — Guéthary (Dollfus).

130. *S. armata* (Chevreux) — Le Croisic, 18m (*Actif*).

131. *Aora gracilis* (Sp. Bate) — Concarneau (Bonnier) — Concarneau, le Croisic, 10 à 19m (*Actif*) — Arcachon, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

132. *Lembos Websteri* Sp. Bate — Iles Glénans (de Guerne) — Concarneau (Bonnier) — Le Croisic, marée basse — Guéthary (Dollfus).

133 *L. longipes* (Lillj.) — Iles Glénans, 60m (*Actif*).

134. *Leptocheirus guttatus* (Grube) — Concarneau, Lorient, baie de Quiberon, le Croisic, 10 à 50m (*Actif*) — Belle-Ile, 10m (*Hirondelle*).

135. *L. pilosus* Zaddach — Iles Glénans, Lorient, le Croisic, 0 à 20 m (*Actif*) — Belle-Ile, 10 m et 19 m (*Hirondelle*).

136. *L. hirsutimanus* (Sp. Bate) — Le Croisic, 18 m (*Actif*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

137. *Gammaropsis maculata* (Johnston) — Concarneau (de Guerne, Bonnier) — Sud-Ouest de Belle-Ile, 155 m (*Hirondelle*) — Belle-Ile, le Croisic, 10 à 60 m (*Actif*) — Royan, Arcachon, Guéthary (Dollfus).

138. *G. melanops* G. O. Sars — Lorient, 20 m (*Actif*).

139. *Megamphopus cornutus* Norman — Iles Glénans, baie de Quiberon, le Croisic, 10 à 60 m (*Actif*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

140. *Microprotopus maculatus* Norman — Mesquer, le Pouliguen, 5 à 10 m (*Actif*) — Pontaillac, Arcachon, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

141. *M. longimanus* Chevreux — Le Croisic, marée basse.

142. *Photis longicaudata* (Bate et Westw.) — Concarneau (Bonnier) — Concarneau, le Croisic, 10 à 20 m (*Actif*) — Belle-Ile, 19 m ; Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*) — Arcachon (Dollfus) — Saint-Jean-de-Luz, 120 m (*Melita*).

143. *Podoceropsis Sophiæ* Boeck — Concarneau, le Croisic, 19 à 23 m ; île d'Yeu, 75 m (*Actif*).

144. *P. undata* Sp. Bate — Sud de Belle-Ile, 60 m, sur un *Maia squinado*.

PODOCERIDÆ

145 *Amphithoe rubricata* (Mont.) — Douarnenez, Concarneau, baie de Quiberon, le Croisic, le Pouliguen, 0 à 20 m (*Actif*) — Concarneau (de Guerne, Bonnier) — Belle-Ile, 10 m (*Hirondelle*).

146. *A. Vaillanti* Lucas — Guéthary, Saint-Jean-de-Luz, marée basse (Dollfus).

147. *A. cuniculus* Stebbing — Le Croisic, marée basse.[1]

148. *Pleonexes gammaroides* Sp. Bate — Concarneau (Bonnier) — Le Croisic marée basse — Arcachon, Guéthary, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

149. *Sunamphithoe pelagica* (M. Edw.)[2] — Douarnenez, Concarneau, le Croisic, marée basse — Guéthary, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

150. *Podocerus falcatus* (Mont.) — Douarnenez, Mesquer, le Croisic, marée basse, et sur les bouées (*Actif*) — Concarneau (Bonnier) — Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

151. *P. pusillus* G. O. Sars — Belle-Ile, le Croisic, 18 à 20 m (*Actif*).

152. *P. Herdmani* Walker — Sud de Belle-Ile, 60 m, sur un *Maia squinado*.

153. *P. ocius* Sp. Bate — Le Croisic, dans des Eponges — Guéthary (Dollfus).

154. *P. cumbrensis* Stebbing et Robertson — Baie de Quiberon, 10 m (*Actif*).

155. *Janassa capillata* (Bruz.) — Le Croisic, le Pouliguen, marée basse — Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

156. *Erichthonius abditus* (Templ.) — Rade de Brest, 25 m (*Melita*) — Concarneau, le Croisic, 10 à 20 m (*Actif*) — Concarneau (Bonnier) — Sud de Belle-Ile, 63 m (*Hirondelle*) — Au large d'Arcachon, 80 m ; Saint-Jean-de-Luz, 6 m (Dollfus).

157. *E. difformis* M.-Edw. — Concarneau (Bonnier) — Le Croisic, marée basse — Saint-Jean-de-Luz, 8 m (*Melita*).

1. Cette petite forme, dont je n'ai rencontré qu'un seul exemplaire, est peut-être l'état jeune d'une espèce voisine.

2. *Sunamphithoe conformata* Sp. Bate.

Corophidæ

158. *Siphonœcetes Colletti* Boeck — Concarneau, baie de Quiberon, le Croisic, le Pouliguen, 6 à 19 m (*Actif*) — Belle-Ile, 155 à 180 m (*Hirondelle*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 160 m (*Melita*) — Saint-Jean-de-Luz, 5 à 6 m (Dollfus).

159. *Corophium grossipes* (Linné) — Le Croisic, le Pouliguen, dans les marais salants — Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

160. *C. acherusicum* Costa — Concarneau (Bonnier) — Baie de Quiberon, le Croisic, 0 à 6 m (*Actif*) — Baie de l'Aiguillon, Royan, Pontaillac, Arcachon (Dollfus).

161. *Unciola crenatipalmata* (Sp. Bate) — Belle-Ile, 19 m ; Sud-ouest de Belle-Ile, 136 à 166 m (*Hirondelle*) — Ouest de Belle-Ile, 130 m ; Saint-Jean-de Luz. 8 m (*Melita*) — Le Croisic, 10 à 18 m (*Actif*).

162. *U. planipes* Norman — Iles Glénans, 50 à 60 m (de Guerne) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*) — Ouest de l'Ile d'Yeu, 50 m et 75 m (*Actif*).

163. *U. incerta* Bonnier — Au large de l'embouchure de la Gironde, 180 m (*Caudan*).

164. *Seba armata* (Chevreux) — Sud-ouest de Belle-Ile, 180 m (*Hirondelle*).

Cheluridæ

165. *Chelura terebrans* Philippi — Concarneau (Bonnier).

Dulichidæ

166. *Platophium Darwini* (Sp. Bate) — Concarneau (de Guerne) — Le Croisic, marée basse — Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

Colomastidæ

167. *Colomastix pusilla* Grube — Concarneau, le Croisic, dans des Eponges, 0 à 19 m (*Actif*).

Caprellidæ

168. *Phtisica marina* Slabber — Concarneau (Bonnier) — Belle-Ile, 19 m (*Hirondelle*) — Baie de Quiberon, le Croisic, 0 à 14 m (*Actif*) — Sud-ouest de Belle-Ile, 100 m (*Melita*) — Arcachon (Dollfus).

169. *Protella phasma* (Mont.) — Lorient, le Croisic, 0 à 19 m (*Actif*) — Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

170. *Parvipalpus capillaceus* (Chevreux) — Concarneau, le Croisic, 6 à 20 m (*Actif*).

171. *Pariambus typicus* (Kröyer) — Belle-Ile, 60 m, sur les *Maia squinado* — Le Croisic, 10 m sur *Asteracanthion rubens* (*Actif*) — Arcachon (Dollfus) — Saint-Jean-le-Luz, 10 m, sur *Asteracanthion rubens* (*Melita*).

172. *Caprella acutifrons* Desmarest — Concarneau (Bonnier) — Le Croisic, marée basse — Royan, Arcachon, Guéthary, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

173. *C. æquilibra* Say — Port militaire de Lorient (*Hirondelle*) — Arcachon, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

174. *C. acanthifera* Leach — Douarnenez, le Croisic, 0 à 6 m (*Actif*) — Concarneau (Bonnier) — Belle-Ile, 10 m (*Hirondelle*) — Guéthary, Saint-Jean-de-Luz (Dollfus).

175. *C. tuberculata* Guérin — Concarneau (Bonnier) — Le Croisic, marée basse
176. *C. fretensis* Stebbing — Le Croisic, 6m, roches (*Actif*).

A ces 176 espèces, on peut ajouter trois formes d'eau douce, habitant au voisinage du littoral ; ce sont :

Gammarus pulex Linné — Commun partout, au bord des ruisseaux et des étangs.

G. Berilloni Catta — Lac Mouriscot, près Biarritz.— Ruisseaux, près Saint-Jean-de-Luz.

Niphargus puteanus (Koch) — Le Croisic, dans les puits.

L'étude de la répartition géographique des espèces mentionnées ci-dessus présente un certain intérêt. Quelques formes méditerranéennes se trouvent sur nos côtes du Sud-Ouest, et ne semblent pas dépasser l'embouchure de la Gironde. Ce sont :

Hyale camptonyx (Heller) [1]
Ampelisca rubella Costa
Eusiroides Della Vallei nov. nom.
Dexamine spiniventris (Costa)
Microdeutopus Stationis Della Valle
Amphithoe Vaillanti Lucas

D'autre part, les huit espèces suivantes, habitant la côte française de la Manche, n'ont pas encore été rencontrées sur nos côtes de l'Océan :

Metopa Alderi (Sp. Bate)
Paramphithoe bicuspis (Kröyer)
Gammarus campylops Leach
Cheirocratus assimilis Lillj.
Podoceropsis excavata (Sp. Bate)
Corophium crassicorne Bruz.
Dulichia porrecta Sp. Bate
Caprella linearis (Linné

M. Ch. DASSONVILLE

Docteur ès Sciences. Vétérinaire au 12e Régiment d'Artillerie, à Vincennes

---

ACTION DE LA COCAÏNE SUR LES NERFS SENSITIFS

— Séance du 5 aout —

I. — Aperçu historique

Vers 1850, Garneke isole le principe actif des feuilles de Coca, principe auquel Niemann (1859) donne le nom de cocaïne. Les

1. On a vu plus haut que l'habitat d'un autre *Hyale* méditerranéen, *H. Prevosti* (M.-Edw), s'étend jusqu'à Belle-Ile.

recherches de ce dernier, complétées par les travaux de Wohler, Lossen, Pœppig, Humann, Gazeau, Gubler, Calmels [1] et E. Gossin ont fixé sa composition chimique. (Benzomentholéthyltétrahydropyridrine-carbonate méthylique).

Ferreira da Silva [2] a fait connaître une réaction qui permet de distinguer la cocaïne des autres alcaloïdes.

En 1880, Van Aurep découvre l'action de la cocaïne sur la peau et les muqueuses ; mais les premières applications cliniques de cette action n'ont été relevées qu'en 1884, par Karl Kœller, au congrès de Heidelberg. Vulpian [3], le premier en France, signale la propulsion des globes oculaires avec anesthésie des cornées, l'hypersécrétion de la glande sous-maxillaire et les symptômes d'ivresse consécutifs aux injections intraveineuses.

La même année, Grasset [4] fait voir, qu'en injection hypodermique, la cocaïne produit une anesthésie cutanée très nette ; avec Jeannel [5], il montre un pouvoir convulsivant variable suivant les espèces (singe, chien), établit le rôle antagoniste du chloral, tant au point de vue excito-moteur qu'au point de vue thermique, antagonisme dont jouirait également le nitrite d'amyle (Schilling).

Laborde établit que ce n'est pas un anesthésique général. Arloing étudie même l'action convulsivante de la cocaïne. Richard [6] recherche son action chez les invertébrés. Puis, Sprimont, Halsted et Hall signalent son action sur le péristaltisme de l'estomac et de l'intestin. Marc Laffont [7] montre que la cocaïne exalte le fonctionnement du système grand sympathique, qu'elle agit sur les terminaisons sensitives, comme le curare sur les plaques motrices.

Vulgarisées par Terrier [8], les propriétés de cette substance ont été rapidement appliquées à la chirurgie. Citons, parmi les premières tentatives, celles de Paul Bert (action sur la peau débarrassée de son épiderme par l'application d'un vésicatoire), de Schweiger, de Fank-Hodges, de Fodor Heymann (opérations sur le pharynx, les fosses nasales, etc.,) de Kirschner (tympan), de Lejars et Dujardin-Beaumetz (vagin), de Cazin (vaginisme), de Doléris et Dubois (accouchement), de Cabot (phymosis), de Blumenfeld (opération sur l'urèthre), de Veiss (brûlures), d'Otis, de Fraenkel, d'Ischwall, etc.

1. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 1883. P. 1143.
2. C. R., t. III, P. 349.
3. C. R., 1884. P. 836.
4. C. R., 1884. P. 983, P. 1122.
5. C. R., 1885. P. 364.
6. C. R., 1885. P. 1409.
7. C. R., t. 105. P. 1178.
8. *Bulletin de la Société de chirurgie*, t. X. p. 825 — 1884.

L'usage de la cocaïne est aujourd'hui courant, surtout depuis les nombreux et importants travaux de Reclus.

En médecine vétérinaire, Maris, Thomassen, Bayer, Delesert paraissent être les premiers qui aient ouvert la même voie.

∴

Dans ce qui précède, il n'a été question d'aucune recherche ayant pour objet l'action directe de la cocaïne sur les conducteurs nerveux centripètes.

La première communication sur ce sujet date de 1888. Elle est due à Feingberg et Blumenthal.

Les expériences de ces deux auteurs ont été faites sur le chien et sur le lapin. Elles ont conduit aux conclusions suivantes :

1° Sur un nerf mis à nu, la cocaïne donne une une anesthétie locale qui se répand à la péripherie, tandis que le centre et la motilité restent intacts ;

2° Chez le chien, cette anesthésie est tactile, pénétrante, avec perte de réflexes, tandis que chez le lapin, les réflexes sont augmentés.

Il ne semble pas que l'on ait attribué à cette action l'importance qu'elle mérite en raison des applications nombreuses dont elle est susceptible. Nous n'avons, en effet, à notre connaissance, que deux communications qui puissent être rattachées à cette action de la cocaïne sur les conducteurs nerveux. Encore sont-elles peu démonstratives et ne paraissent pas avoir été inspirées par les travaux de Feingberg et Blumenthal.

La première est due à Krogius[1] (1894). L'auteur annonce que, si l'injection est faite dans le tissu cellulaire sous-cutané, et, autant que possible, au voisinage d'un tronc nerveux, il se forme, au bout d'un certain temps, une zone périphérique d'anesthésie très étendue :

« Quand on a à opérer sur un doigt, l'injection, faite à sa racine, au « voisinage du passage des quatre filets nerveux qui s'y rendent, de « 1 c. c. $^1/_2$ d'une solution de cocaïne à $\frac{2}{100}$ suffit pour obtenir, au « bout de 10 minutes, l'analgésie complète de tout le doigt, et non seulement de la peau, mais aussi des tissus profonds. »

La deuxième (plus récente et postérieure à nos premières tentatives, comme on le verra plus loin), a été publiée par M. Carlier[2].

1. *Centralblatt für Chirurgie.*
2. *Association française des urologistes.* (Session d'octobre 1896.

L'auteur annonce qu'en faisant une injection de cocaïne à la base de la verge, (c'est-à-dire au niveau du nerf dorsal), et sur les parties latérales et inférieures, on obtient une anesthésie de tout l'organe qui permet de pratiquer, sans douleur, certaines des petites opérations telles que la circoncision.

A vrai dire, ce que l'on sait du mode de nutrition des nerfs, du rôle des étranglements annulaires dans l'imbibition de ceux-ci ne porte guère à rechercher l'action physiologique d'un corps sur le cylindre-axe.

Nous n'y avons été conduit qu'en dernier ressort, en raison d'une difficulté très grande à déterminer le siège des lésions chez deux chevaux qui boitaient depuis plusieurs mois sans présenter de lésion apparente.

Nos recherches nous ont été inspirées par le souvenir d'une des chroniques de H. Bouley :

Frappé de la fréquente divergence des opinions qui sont généralement émises sur le siège d'une même claudication par les praticiens les plus expérimentés, Bouley[1], en 1880, émettait l'idée d'utiliser les propriétés du chloroforme pour déterminer une anesthésie locale qui fasse cesser les manifestations des symptômes procédant de la douleur.

En 1885, il s'exprimait ainsi[2] :

« Peut-être pourrait-on se servir des injections sous-cutanées de « solution de cocaïne dans la région du paturon pour éclairer le dia- « gnostic du siège de certaines claudications.

« Si l'anesthésie locale produite par une injection de cette nature, « la boiterie cessait, point de doute qu'elle ne procédât du pied. Dans « cet ordre d'idées les expériences sont à faire, sinon avec la cocaïne, « en raison de son prix trop élevé, au moins avec d'autres agents « anesthésiques dont l'application permettrait de donner, soit plus de « précision au diagnostic, soit plus de sûreté à l'action opératoire. »

Le texte des deux notes auxquelles nous faisons allusion montre que Bouley n'a jamais tenté ces injections; il en a émis l'idée, mais il a laissé aux intéressés le soin de les mettre en pratique.

Or, nous ne croyons pas que des expériences précises aient démontré le bien fondé de son hypothèse ou aient infirmé celle-ci :

On ne peut, en effet, considérer la disparition d'un harper attribué à l'encastelure et obtenue par Maris à la suite d'une injection faite au niveau des talons comme une application réelle de la méthode indiquée par Bouley.

1. *Recueil de Médecine vétérinaire.* — 1880 — P. 1171.
2. *Recueil de Médecine vétérinaire*, 1885

Il en est de même de l'observation de Thomassen (1889), lorsqu'il constate que la résection d'un nerf plantaire ne provoque pas de douleur quand on a préalablement injecté de la cocaïne au niveau même de l'opération.

Ce sont là des actions locales au même titre que les injections faites au niveau d'un suros, d'un éparvin, ou de toute lésion évidente qu'on soupçonne être la cause d'une boiterie.

Il semble bien que Bouley ait eu à l'esprit une idée plus générale ; et, s'il ne s'est formellement exprimé, du moins nous avons retiré de la lecture de sa chronique la conviction qu'il pensait à *anesthésier les nerfs sensibles* EUX-MÊMES, *à interrompre leur fonctionnement dans la transmission des impressions de la périphérie.*

Le prix élevé de la cocaïne lui a fait rejeter son emploi et préconiser le chloroforme.

C'est peut-être ce qui a nui à la généralisation de la méthode, car nous verrons que les injections de chloroforme donnent des insuccès.

Aujourd'hui, le prix de la cocaïne a considérablement baissé; l'emploi de cet alcaloïde est courant en médecine vétérinaire.

Les dépenses qu'il occasionne sont très faibles, comparées à celles que peut entraîner un diagnostic incertain et le traitement empirique qui en est la conséquence.

L'emploi de la cocaïne, en injection sous-cutanée, *sur le trajet des nerfs sensibles*, est donc indiqué, si, comme nous le démontrerons plus loin, cet alcaloïde justifie de propriétés révélatrices importantes.

II. — Partie expérimentale

Procès du chloroforme. — Tout d'abord, nous ferons le procès du chloroforme qui, contrairement aux prévisions de Bouley, ne peut ni ne doit être utilisé, en injections sous-cutanées, sur le trajet des nerfs.

Pour cela, il nous suffira de relever les résultats fâcheux que nous avons obtenus dans les trois expériences suivantes et qui ne nous ont pas autorisé à faire de nouvelles tentatives. Ces expériences datent de 1887 :

1er Essai. — Chez un cheval boiteux que nous supposions atteint de maladie naviculaire [1], des injections sur le trajet des nerfs plantaires sont demeurées sans effet appréciable sur la boiterie. Un engorgement volumineux s'est produit, au niveau des injections, qui a provoqué une induration volumineuse et persistante au point de nécessiter la réforme du cheval après plusieurs trimestres d'inutilisation.

1. Nom donné à l'arthrite chronique de l'articulation phalangino-phalangettienne.

2° *Essai.* — Un deuxième cheval, boiteux depuis plusieurs mois, soumis à la même épreuve, a eu des abcès nombreux depuis la couronne jusqu'au milieu du canon, sans que le chloroforme ait donné la moindre indication; et, cependant, la névrectomie, pratiquée après guérison de ces accidents, a fait disparaître la boiterie, ce qui démontre que le pied était le siège de la douleur, bien que le chloroforme ne l'ait pu révéler.

3° *Essai.* — Une jument assez fine, mais de caractère très doux, sous l'action de la douleur provoquée par l'injection, a réagi avec une telle violence qu'elle a failli blesser gravement les hommes qui la maintenaient.

Dans les deux premiers essais, nous avions d'ailleurs constaté que l'injection est douloureuse.

Ces tentatives nous ont paru suffisamment significatives. Il convient, toutefois, de répondre aux deux objections qu'elles peuvent soulever; car, on peut accuser notre manuel opératoire, comme aussi l'impureté du chloroforme, d'avoir causé ces trois insuccès.

La première objection est légitime : On sait, en effet, qu'entre les mains de Dujardin-Beaumetz, les abcès et les indurations persistantes qui ont été signalés chez l'homme à la suite des injections sous-cutanées de chloroforme ont été de plus en plus rares au fur et à mesure que le nombre des injections pratiquées par ce savant chirurgien a été plus grand.

Quant à la pureté du chloroforme, on sait que, tel qu'on le trouve dans le commerce, il renferme presque toujours de l'alcool et des matières organiques; que, sous l'action de la lumière, ce corps se décompose avec la plus grande facilité en donnant naissance à du chlore et à de l'acide chlorhydrique.

La difficulté de conserver le chloroforme est telle, qu'en médecine humaine, MM. Terrier et Peraire ne pratiquent l'anesthésie générale qu'avec un chloroforme spécial, enfermé dans des tubes de verre colorés en jaune, fermés à la lampe, qui ne servent qu'une fois, et dont le contenu en excès est désormais considéré comme altéré, inutilisable.

Le peu de confiance que nous pouvons attribuer au chloroforme de nos officines vétérinaires, — au moins dans l'armée où les médicaments sont constitués en approvisionnements qui datent parfois de plusieurs années, et dont les produits les moins altérés sont (très logiquement d'ailleurs), réservés au traitement des hommes, — nous licte comme règle de ne plus tenter ces injections, puisqu'elles semblent levoir être constamment suivies de complications et qu'elles ne nous ont fourni aucune indication, — même dans l'essai n° 2 où la névrotomie a révélé bien exactement le siège de la boiterie.

Action de la cocaïne sur les conducteurs nerveux centripèdes

Au contraire du chloroforme, la cocaïne ne donne jamais de

troubles, lorsque les injections sont faites comme il sera dit plus loin.

Nous avons particulièrement recherché ses effets sur le nerf médian et sur ses divisions plantaires.

On verra, par ce qui va suivre, que l'anesthésie du pied peut être obtenue par des injections faites au niveau du coude, soit à 0m 75, environ, du siège de la lésion.

C'est là le point important de cette communication qui démontre bien, croyons-nous, l'*action anesthésiante sur les conducteurs centripètes*, action dont les applications cliniques doivent être nombreuses.

1re Expérience

Le 3 février, le cheval *Emérillon*, atteint de molettes tendineuses et articulaires indurées aux deux membres antérieurs, boite très fortement à droite.

La moindre pression au niveau du boulet correspondant fait pointer l'animal. Les lésions de cette articulation sont telles que le siège de la boiterie paraîtrait évident à la personne la moins exercée. La marche est à peu près impossible.

Une injection de cocaïne est faite sur le trajet du médian, au niveau du point d'élection de sa névrectomie (c'est-à-dire à 0m75 de la lésion).

Vingt minutes après, l'animal trotte sans boiter. Le membre antérieur gauche et les jarrets éprouvent une gêne mécanique appréciable, car l'animal est littéralement usé; mais le membre antérieur droit s'étend franchement, sans que le cheval manifeste la moindre douleur.

L'expérience, *recommencée le 6 février*, a donné les mêmes résultats. Chaque fois la boiterie a reparu au bout de 40 minutes environ.

2e Expérience

Puissance, jument, 6 ans, indisponible le 5 février, pour brûlure de la sole antérieure droite.

Le 6, l'animal boite bas.

Une injection, sur chaque nerf plantaire, au niveau du boulet, fait disparaître complètement la boiterie au bout d'un quart d'heure. Celle-ci reparaît, légère, au bout d'une demi-heure, progresse et reprend l'intensité qu'elle avait avant l'injection, au bout de trois quarts d'heure.

3e Expérience

Grenade, jument constamment boiteuse, à pieds plats, à sole très mince, fréquemment contusionnée. Un repos d'une quinzaine de jours la remet ordinairement en état de reprendre son service pour quelques semaines.

Le 27 décembre, elle boite très fort. Son pied est sensible, contusionné comme d'habitude.

Nous lui poussons une injection vers le milieu du canon, de chaque côté, exactement sur le trajet des nerfs plantaires.

La boiterie disparaît complètement en vingt minutes. L'animal trotte avec des allures superbes.

Dans les trois cas précités, où le siège de la douleur est parfaitement connu, les injections de chlorhydrate de cocaïne faites sur le trajet des nerfs de la région douloureuse et à grande distance jusqu'à 0m75, (dans le cas d'Emerillon), ont pu supprimer la douleur.

Ils donnent la démonstration d'une loi qui peut être exprimée ainsi :

Lorsque, sur le trajet d'un nerf sensible (le nerf médian et ses divisions plantaires tout au moins), on injecte du chlorhydrate de cocaïne, on supprime la douleur dans les régions périphériques innervées par ce nerf.

Nous allons en donner une démonstration indirecte, peut-être plus probante encore.

Ici, il s'agira d'une douleur dont le siège est inconnu.

On la verra disparaître chaque fois que le nerf aura été impressionné par la cocaïne en un point de son trajet situé entre la moelle et la lésion du siège inconnu, ce qui permettra de reléguer ce siège vers la périphérie.

La disparition permanente de la douleur par la névrotomie donnera une preuve indiscutable du siège qui aura été attribué à la boiterie.

C'est le cas des expériences 4 et 5.

4e Expérience

La jument *Maille* (7 ans) boite du membre antérieur gauche depuis plusieurs mois, sans qu'il ait été possible de découvrir le siège de la lésion.

Les traitements employés sont restés sans effet.

Le repos prolongé a fait diminuer la boiterie à plusieurs reprises ; mais la claudication a repris chaque fois ses caractères dès que l'animal a été remis en service.

Ses divers séjours à l'infirmerie ont été les suivants :

Du 13 au 20 août 1896.

Du 28 août au 29 septembre.

Du 2 au 26 octobre.

Du 27 octobre au 4 novembre.

Du 7 novembre au 8 décembre.

Remise en service à cette époque, malgré sa boiterie, la jument est revenue en traitement le 21 décembre, boitant très bas, tout à fait inutilisable.

Nous l'avons alors soumise aux épreuves de la cocaïne.

1re Injection. — Le 24 décembre, nous lui injectons de la cocaïne sur le trajet des nerfs plantaires, un *peu au-dessus du point d'inflexion de leur anastomose* La boiterie disparaît complètement au bout de 20 minutes, ce qui indique que le siège de la boiterie est au-dessous de la région injectée.

2e Injection. — Le 26 décembre, une nouvelle injection sur le trajet des nerfs plantaires, *au niveau du boulet*, c'est-à-dire plus bas que précédemment, atténue la boiterie, puis la fait disparaître complètement, en 35 minutes.

Le siège de la boiterie est donc limité à la région phalangienne.

3e Injection. — Le 28 décembre, une injection pratiquée au niveau de la mésoneurectomie, c'est-à-dire à 0m75 au-dessus de la lésion, fait disparaître la boiterie en 20 minutes, — nouvelle preuve du fait que nous avons énoncé.

La jument est névrectomisée, le 6 janvier, un peu au dessus du boulet. La boiterie disparaît complètement.

Le 28 janvier, exercée au trot, Maille ne montre pas la moindre irrégularité d'allure. Elle fait son service depuis cette époque.

5e Expérience

La jument *Madame* est dans les conditions de la précédente.

Ses séjours à l'infirmerie sont : (28 avril, 4 juin) — (12 juin, 2 juillet) — (4 juillet, 9 juillet) — (14 juillet, 17 août) - (14 septembre, 30 septembre).

Revenue à l'infirmerie, le 11 novembre, elle a été soumise à l'épreuve de la cocaïne vers la fin de décembre, la boiterie ayant conservé toute son intensité.

1re Injection. — Le 24 décembre, *au niveau du boulet.* Disparition de la boiterie en 25 minutes.

2e Injection. — Le 25 décembre, au *point d'élection de la névrectomie basse.* Disparition de la boiterie en 15 minutes.

3e Injection. — Le 30 décembre, au *niveau de la mésoneurectomie.* Disparition de la boiterie en 15 minutes.

Le siège de la boiterie a été reculé du boulet au pied par les deux premières expériences.

L'injection au niveau du médian confirme l'anesthésie à distance, par l'action sur le conducteur centripète.

La jument a été névrotomisée le 6 janvier au niveau du boulet (elle aurait pu l'être plus bas en raison de la 2e injection).

L'utilité de bien guérir a primé le désir de soumettre la jument à l'épreuve du trot aussitôt après l'opération.

Le 27 janvier, nous la faisons trotter en main. L'animal boite encore, mais moins. Nous attribuons ce semblant d'échec à la cicatrisation incomplète des plaies[1].

Leurs bords sont épaissis; les bouts des nerfs sont gros et durs sans qu'on puisse diagnostiser des névromes.

Je fais une injection au niveau du médian, la boiterie disparaît en 20 minutes environ.

Le 1er février, les cicatrices sont fermées, on fait trotter l'animal. La boiterie a complèment disparu. La jument est remise en service le 10 février. Elle n'a plus boité depuis cette époque.

6e Expérience

Moins décisive que les précédentes, elle ne manque cependant pas d'intérêt :

La jument *Fierté*, atteinte d'un clou de rue opéré le 24 janvier (nécrose du perforant, ouverture de la petite gaîne sésamoïdienne, mise à nu du petit sésamoïde), n'appuie pas du tout.

1. Bien que j'aie opéré avec toutes les précautions, la cicatrisation ne s'est pas faite par première intention. C'est la troisième fois que cela arrive depuis que je suis au 12e d'artillerie, alors qu'au 8e et au 32e, je n'ai jamais eu la moindre goutte de pus. Je crois devoir soupçonner ici une impureté de l'iodoforme employé.

Nous lui injectons, sur le trajet du sciatique, à 10 centimètres au-dessus de la pointe du jarret, 10 centimètres cubes d'une solution de chlorhydrate de cocaïne à 1/50.

Quelques minutes après, l'animal s'appuie et peut faire quelques pas.

Cinq minutes plus tard, il fait assez aisément le tour de la cour (15 mètres environ).

Au bout d'une demi-heure, l'amélioration est manifeste ; l'animal boite encore, mais peut cependant progresser à l'allure moyenne du pas, alors qu'au sortir de l'écurie il ne se déplaçait que très péniblement, portant bas la tête et n'avançant son arrière-train que par sauts successifs du membre sain, seul à l'appui.

La douleur n'a pas été complètement supprimée ; aussi ne tirons-nous pas de conclusion de cette expérience.

Nous la répèterons d'ailleurs ; car nous ne sommes pas certain d'avoir opéré avec la même sûreté que pour les précédentes expériences. Tandis que la clinique journalière nous a habitué aux nevrectomies du médian et de ses divisions plantaires, nous n'avons, au contraire, fait de découvertes du sciatique que sur le cadavre et nous ne pourrions affirmer avoir poussé nos injections exactement sur le trajet du nerf.

La mobilité du membre soustrait à l'appui rend d'ailleurs l'injection plus difficile à pousser : sous l'influence de la piqûre, l'animal le retire et fait dévier l'aiguille, sans compter que ce mouvement peut changer la position du nerf qui a des rapports intimes avec la corde du jarret.

7e *Expérience*

Cette dernière épreuve sera mentionnée parce que c'est un devoir que de relater les insuccès.

On verra d'ailleurs que, comme le cas précédent, il n'infirme en rien les résultats si nets des cinq premières expériences :

Il s'agit d'un cheval appartenant au 13e d'artillerie, atteint d'un effort de tendon AG traité par le vésicatoire.

La boiterie n'est pas intense.

Une injection est faite au niveau du médian, avec assez de difficulté ; car l'animal est très brutal. J'ai dû, pour éviter les défenses, me placer au côté gauche de l'animal, chercher à tâtons le point d'élection avec la main gauche, pousser l'injection un peu à l'aveuglette, en portant la main droite à la rencontre de l'autre main

La boiterie n'a pas subi de modifications ; mais, je le répète, j'aurais été surpris d'avoir bien opéré et je n'ai pas recommencé en raison du caractère impressionnable du sujet.

D'autre part, est-il bien évident que le médian soit le seul conducteur de la sensibilité de la lésion ?

Les branches terminales du cubito-cutané n'ont-elles pas, dans ce cas, rempli cet office, si l'on considère que l'effort de tendon était double, placé haut, et que la peau était fortement indurée à son niveau ?

Quoi qu'il en soit de ces deux dernières observations, les 10 expériences exécutées sur les 5 premiers chevaux, dont deux boitaient pour cause inconnue, nous paraissent assez significatives pour qu'il soit permis de conclure :

« *Les injections de cocaïne faites sur le trajet des nerfs sensitifs font disparaître la douleur dans les régions innervées par le bout*

périphérique de ces nerfs, qu'elle que soit la distance, parfois considérable, entre la région malade et le lieu choisi pour cette opération. »

Applications qu'on peut tirer de ce principe

I. — Au point de vue chirurgical

La suppression de la conductibilité par la cocaïne mérite d'être essayée chez l'homme comme chez les animaux et doit, dans certains cas, pouvoir se substituer avec avantage à l'anesthésie générale (fractures, luxations, etc...)

Dans les opérations portant sur les membres, opérations parfois difficiles à pratiquer debout chez les chevaux irritables, l'anesthésie du tronc nerveux, même à une grande distance de la région, devient un procédé facile à mettre en œuvre, qui peut prévenir des accidents, permettre d'opérer avec soin et éviter, dans une certaine mesure, l'emploi des instruments de torture.

Elle fournit un procédé d'autant plus avantageux que l'étendue des lésions peut exiger une quantité de cocaïne plus grande que la dose tolérée, lorsqu'on anesthésie localement par injections dermiques ou sous cutanées.

Sur l'animal couché, rien n'est plus facile que de faire une injection au niveau du médian ; cette pratique semble toujours indiquée dans les opérations douloureuses des membres antérieurs (seime, clou de rue, javard, feux, névrotomie plantaire, etc.)

II. — *Au point de vue du diagnostic des boiteries chez les animaux*

Les cas que nous avons signalés des chevaux *Maille* et *Madame* (4e et 5e expériences) montrent que l'injection de cocaïne, sur le trajet des nerfs, peut conduire à déterminer le siège de la lésion.

La disparition de la boiterie après l'injection au niveau de la mésoneurectomie permet, en effet, d'affirmer que le siège de la boiterie est situé au-dessous de ce point.

De nouvelles injections suivies de haut en bas sur le trajet du médian et sur celui de ses divisions amenant constamment la disparition de la boiterie localisent le siège dans la boîte cornée.

Au contraire, la persistance de la boiterie après une des injections de cette série descendante localise le siège du mal dans l'espace compris entre la région opératoire et celle qui a été choisie pour l'expérience précédente.

Le tableau suivant donne un aperçu *provisoire* des renseignements qu'on peut tirer de cette méthode, pour le diagnostic des boiteries du membre antérieur.

1re injection au niveau du médian.	La boiterie *disparaît* : 2e injection de chaque côté du boulet.	La boiterie *disparaît* : 3e injection (double) au point d'élection de la nevrotomie basse.	La boiterie *disparaît* : le siège est le pied. La boiterie ne *disparaît pas* : le siège est la 1re phalange.
		La boiterie ne *disparaît pas* : 3e injection double) au niveau de l'anastomose des plantaires.	La boiterie *disparaît* : le siège est la partie inférieure du canon. La boiterie ne *disparaît pas* : la boiterie est entre le tiers supérieur du canon et le tiers supérieur de l'avant-bras. Pour préciser, il y aurait lieu de tenter, dans ce cas, des injections sur le trajet du cubital [1].
	La boiterie ne *disparaît pas* : la boiterie a son siège	1° Soit à l'épaule ; 2° Soit dans le territoire innové par le cubital [1].	

Nous ne saurions donner dès maintenant une règle invariable quant au mode opératoire, parce que nous ne connaissons pas suffisamment les variations des effets, suivant les doses.

Nous avons employé une solution stérilisée, tiède, fraichement préparée à 1/50, et nous avons poussé chaque fois 30 centimètres cubes de la solution (15 de chaque côté quand il s'agissait des nerfs plantaires), en une seule piqûre.

Nous n'avons jamais observé la moindre complication.

Les renseignements ainsi obtenus fixent le lieu d'élection de la névrectomie lorsque la lésion a résisté aux autres traitements.

III. — Au point de vue de la médecine légale

Bien que les effets de la cocaïne sur les nerfs ne soient pas de longue durée, il est à craindre que son action sur les conducteurs soit utilisée par les maquignons, dans le but de cacher à l'acheteur les boiteries d'un cheval mis en vente.

1. Des expériences tout à fait récentes m'ont montré que les lésions du genou peuvent être diagnostiquées par des injections sur le trajet du cubital.

A vrai dire, l'exposition en foire ne permet pas cette fraude, en raison de la trop courte durée de l'action de la cocaïne ; mais la technique peut subir des modifications, et il est probable que le procédé de Corning (injection de beurre de cacao liquide suivie de pulvérisation d'éther) suspendant la circulation dans les capillaires, pourrait retarder l'absorption de la cocaïne et prolonger ses effets.

Dans les écuries du marchand, la fraude devient plus facile, et il est certain que pour les chevaux *Maille* et *Madame* (expériences 4 et 5) le connaisseur le mieux exercé s'y serait laissé prendre.

Le renouvellement de l'opération au moment mêmes de la livraison, avec l'adresse toute particulière à cette catégorie de personnes, est de nature à entraver le commerce, sans qu'il soit possible de démontrer qu'il y a dol.

Pour y parer, dès maintenant des recherches s'imposent, dans le but de déterminer le lieu d'élimination de la cocaïne injectée :

Tout porte à penser que le rein préside à cette fonction ; or, si cet alcaloïde ne subit pas dans l'organisme de modification chimique, l'examen de l'urine doit permettre de dévoiler la fraude.

Nous rappellerons à ce sujet le réactif de la cocaïne, indiqué par Ferreira da Silva :

Traiter le résidu d'une solution de cocaïne par quelques gouttes d'acide nitrique fumant, de densité 1, 4. Evaporer à siccité, au bain-marie.

Traiter le résidu par une ou deux gouttes d'une solution alcoolique concentrée de potasse, bien mélanger avec une baguette de verre. La cocaïne donnera une odeur spéciale et distincte qui rappelle celle de la menthe poivrée.

Les autres alcaloïdes réagissent, mais d'une façon différente qui ne permet pas l'erreur :

L'atropine, l'hyosciamine, la strychnine, la codéïne, l'ésérine donnent naissance à des produits colorés ;

L'odeur dégagée par la delphinine, la brucine, la vératrine est peu marquée ;

L'odeur de la sabadilline et de la narcotine n'ont rien de commun.

Les autres alcaloïdes ne donnent pas de réaction sensible.

En résumé. — Les injections de cocaïne faites sur le trajet des nerfs sensitifs font disparaître la douleur dans les régions innervées par le bout périphérique de ces nerfs, quelle que soit la distance parfois considérable (0^m75 et plus) entre la région malade et le lieu choisi pour les injections.

Ce principe est susceptible d'applications, particulièrement en Médecine Vétérinaire :

1° Il constitue un procédé d'anesthésie locale souvent très commode à mettre en pratique.

2° Il permet, chez le cheval, de faire le diagnostic des boiteries dont le siège échappe aux investigations des praticiens les mieux exercés.

M. Marcel NOURRY

à Avignon

OBSERVATIONS EMBRYOGÉNIQUES DE LA LIMNÆA STAGNALIS

[594.8]

— Séance du 8 août —

Je viens faire connaître le résultat de quelques observations embryogéniques faites sur des *Limnæa stagnalis* élevées en captivité.

Ces observations ont été commencées en 1896, et renouvelées bien des fois, afin de pouvoir assurer les faits, et éviter, autant que possible, tout risque d'erreur.

Il s'agit de l'étude du développement de la *Limnæa stagnalis* en commençant au moment de l'accouplement, en suivant, par la ponte des capsules, en observant les diverses phases de l'évolution embryonnaire, et en continuant jusqu'à l'arrivée de l'individu à l'état adulte.

Cette étude nous fixe sur quelques points ignorés jusqu'à ce jour, ou non encore publiés.

Les observations ont été faites à toutes les époques de l'année sur un grand nombre d'individus, et sur plusieurs centaines de capsules.

FIG. 1
Limnæa stagnalis vue de dos, 1/2 grandeur.

Les Limnées étaient parquées dans des récients de divers genres et de diverses grandeurs, caux en verre, pots en terre, etc. et séparées ivant les cas à observer.

Ainsi qu'on le sait, à l'état libre, ces mollusques se nourrissent de différentes espèces de cresson et autres plantes uatiques, mais dans le laboratoire où je les ai installés, je les

nourris avec de la salade. Celle qu'ils préfèrent est la laitue, et c'est celle que j'ai fini par leur donner exclusivement.

Ce changement de nourriture a influé sur la forme chez quelques individus, d'une façon très curieuse ; je donne la figure de l'un d'eux, dont le bord externe de la coquille s'est replié en dehors, rappelant la forme de certaines espèces de *Strombus*.

Fig. 1 *bis*
L. stagnalis, 1/2 grandeur.

Quelques sujets ont affecté cette structure, mais elle n'est pas constante, certains au contraire ont le bord externe rapproché de la columelle au point de rétrécir sensiblement l'ouverture. Je n'ai jamais trouvé dans les fossés, des formes semblables ou même s'en rapprochant.

En somme, on peut conclure au polymorphisme rapide de cette espèce. (Voir *fig.* 1 *bis* et 2 *bis*).

Fig. 2
Limnæa stagnalis, la même, vue par l'ouverture, 1/2 grandeur.

Les récipients ont toujours été tenus dans un très grand état de propreté, l'eau étant renouvelée tous les jours, et la nourriture donnée en abondance ; l'ajouration et l'aération ne faisaient nullement défaut, en un mot, j'ai tenu à me rapprocher autant que possible des conditions d'existence à l'état libre.

Le test chez les captifs est plus mince que celui des sujets libres et la coloration qui est d'un brun noirâtre chez ces derniers est devenue d'un jaune ambré chez les autres ; la couleur de l'animal est de même teinte, et je crois qu'on peut attribuer tous ces changements à la différence de nourriture.

J'ai fait les mêmes études sur d'autres espèces de Limnées, et même sur d'autres genres, *Planorbis*, *Physa*, etc., mais je préfère renouveler ces observations, les contrôler, avant de les faire connaître.

Fig. 2 *bis*
L. stagnalis, 1/2 grandeur.

Il ne sera donc question ici, que de la *Limnæa stagnalis*, nous réservant de publier ultérieurement, les observations des autres genres et espèces.

Ceci dit, entrons en matière.

L'accouplement

Ainsi qu'on le sait, la *Limnæa stagnalis* est androgyne, comme nombre d'autres Gastéropodes.

L'accouplement, de même que la ponte, se produit en *tout temps*. Il faut donc revenir de l'idée qu'il a lieu surtout au printemps. Les individus s'unissent de 2 à 3 mois après la sortie de la capsule, et c'est là un des faits qui m'ont le plus surpris. Jusqu'à ce jour, j'aurais cru que la *L. stagnalis* était adulte, quand elle avait atteint au moins 40 millimètres de longueur, et comme pour posséder cette taille, il lui faut au moins un an, je ne la supposais adulte qu'au bout de ce temps, et quand dans les ruisseaux je prenais une Limnée de cette espèce n'ayant que 20 millimètres, je la rejetais, la croyant jeune. C'est une erreur. La *Limnæa stagnalis* est adulte quand elle atteint la taille de 18 à 20 millim. ce qui prend comme temps moyen 3 mois; elle produit alors des capsules contenant de 30 à 50 œufs qui ne sont pas plus petits que ceux pondus par des individus de taille double.

Nous ne parlerons pas de la description anatomique de l'appareil reproducteur qui a été faite par Baudelot, nous dirons seulement que l'acte copulatoire est long, les sujets restant accouplés parfois plusieurs heures. Ils se déplacent pendant l'acte, ils viennent respirer à la surface, et j'ai même vu l'un d'eux faisant office de femelle, manger pendant l'accouplement. On serait porté, de ce fait, à conclure que leur sensibilité nerveuse est presque nulle.

L'accouplement se renouvelle plusieurs fois, les individus alternant tantôt dans le rôle de mâle, tantôt dans celui de femelle. Mais le rapprochement n'est pas nécessaire, car la force créatrice est ici telle, que je puis affirmer pour la *L. stagnalis*, le cas d'hermaphrodisme suffisant.

Ce cas avait été signalé, mais je suis heureux de pouvoir le confirmer.

J'ai pris 15 embryons à la sortie de l'œuf, je les ai isolés, je n'ai eu aucune mortalité, et au bout de 3 mois, je vis avec satisfaction la ponte commencer.

Je craignis d'abord que les œufs ne fussent pas fécondés, mais mes craintes furent dissipées, les embryons se développèrent comme les autres; je pensai alors que la ponte serait plus réduite, mais non, depuis quelques mois la production des capsules se poursuit toujours et elle continuera certainement comme si l'accouplement avait lieu.

J'ai alors poussé la chose plus loin. Prenant des embryons issus de ces capsules, je les ai isolés à leur tour, et à leur tour, ils se sont fécondés eux-mêmes! J'en suis à la troisième génération, et je vais poursuivre afin de savoir jusqu'où cela pourrait aller.

La *Limnæa stagnalis* peut-elle ainsi se générer longtemps? Ou

bien le cas d'hermaphrodisme suffisant, prolongé, serait-il une cause de l'extinction de l'espèce ?

Cette question me paraît intéressante, et je me fais un plaisir de la signaler.

La ponte

De 2 à 8 jours après l'accouplement a lieu la production de la première capsule. La deuxième suit quelquefois le lendemain ou à 2 ou 3 jours d'intervalle, et on peut dire que les capsules se succèdent avec des intermittences de quelques jours, parfois de quelques semaines, jusqu'à la mort de l'individu, qui peut produire ainsi dans le cours de son existence plusieurs milliers d'êtres de son espèce ! Quelle prodigieuse fécondité !

La ponte s'effectue assez rapidement, environ 5 minutes suffisent pour la sortie des capsules. Elles sont déposées soit sur les feuilles servant de nourriture, soit, le plus souvent, contre les parois des récipients. Elles ont une forme cylindrique, et varient comme longueur de 20 à 50 millimètres, contenant de 50 à 150 œufs. Elles sont déposées soit horizontalement, soit verticalement, soit à une inclinaison variant de 0 à 90 degrés, tantôt fixées en ligne droite, tantôt en arc de cercle, quelquefois presque à angle droit.

Le corps de la capsule est gélatineux translucide. Quand elle vient d'être pondue, elle est d'un gris laiteux, elle présente un aspect trouble, nébuleux, presque opaque, laissant avec peine apercevoir les œufs. On peut facilement la détacher quand elle vient d'être déposée ; elle est alors très molle et en l'appuyant par l'une des extrémités, elle perdrait sa forme cylindrique. Quelques heures après, la capsule prend plus de consistance, elle adhère fortement à l'endroit où elle a été déposée, et elle devient transparente sans cependant l'être jamais autant que les œufs, qui apparaissent alors brillants et d'une grande limpidité. On aperçoit très bien à l'œil nu, la tache germinative dans les œufs. Ces derniers sont parfaitement ovalaires chez la *Limnæa stagnalis*, et cela est à noter, car la forme varie avec les autres espèces, et cette différence de l'œuf est suffisante comme caractère pour les distinguer spécifiquement. Ils sont assez méthodiquement alignés dans les capsules, (voir *fig.* 3), en plusieurs rangées et possèdent des reflets colorés fort beaux ; ces reflets sont bien visibles à l'œil nu, même mieux visibles qu'au microscope ; les couleurs sont celles du prime et sont comparables à celles que l'on voit à travers le cristal ; le rouge et le vert émeraude sont les nuances dominantes.

FIG. 3
Capsule de Limnæa stagnalis, 1/2 grandeur.

Même après l'éclosion de l'embryon et quand l'œuf vidé gît plissé et informe dans la capsule, les colorations sont toujours manifestes.

Comme taille, les œufs de L. stagnalis ont environ 1 millimètre, et le grossissement microscopique employé pour l'étude a été de 300 diamètres.

Je dois parler ici d'un fait physiologique assez surprenant, et à mon avis fort intéressant.

C'est de la présence dans le même œuf de 2, 3, et quelquefois jusqu'à 4 germes ! Je m'empresse de dire que le fait est assez rare, et qu'on examine parfois 50 capsules avant de rencontrer un seul œuf contenant des jumeaux.

La première fois que j'en vis un, je crus être trompé par un effet de perspective, car si deux œufs supposés sont vus dans le même plan, on n'en voit qu'un seul, et comme par transparence on aperçoit les deux germes, il semble qu'ils sont contenus dans le même œuf. Mais, après que j'eus tourné et retourné la capsule en tout sens, il fallut bien se rendre à l'évidence : j'étais en présence d'un œuf contenant des jumeaux !

Alors, je dirigeai mes recherches dans ce sens, et fus assez heureux pour trouver des capsules contenant des œufs avec des jumeaux, des trijumeaux et même des quadrijumeaux !...

Il restait à observer comment ces embryons multiples se comporteraient dans le développement. C'est ce que nous verrons en poursuivant le cours de cette étude.

Le développement

Nous arrivons à la partie la plus intéressante : à l'observation des diverses phases du développement embryonnaire.

La durée du temps nécessaire à ce développement est variable. Il s'écoule en moyenne 25 jours du moment de la ponte de la capsule à la sortie des premiers embryons.

Il existe certainement une relation entre la durée du développement et la grandeur des récipients qui contiennent les capsules. Dans un bocal d'une contenance de cinq litres, les éclosions se produisent en quinze jours, et au contraire dans des tubes en verre de 10 millimètres de diamètre et de 10 centimètres de longueur, les éclosions n'arrivent que du 50 au 60e jour et encore un grand nombre d'embryons s'arrêtent en cours de développement.

On peut diviser l'évolution embryonnaire en trois phases, la première commençant naturellement quand la capsule vient d'être pondue (*fig. 4*). A ce moment, les germes contenus dans les œufs sont sphériques et *immobiles*. L'emplacement de la tache germinative n'est pas

régulier. Elle se trouve placée soit à l'une des extrémités, soit au centre, ou à un endroit quelconque de l'œuf.

FIG. 4
Œuf au 1er jour, grossissement 200 diamètres.

La taille du germe est doublée du deuxième (*fig. 5*) au troisième jour et à ce moment-là, sa sphéricité se déforme un peu et l'embryon tend à s'allonger, (*fig. 6*) ; en même temps, première manifestation de la vie, il commence à tourner sur lui-même.

FIG. 5
Tache germinative au 2e jour

Ce mouvement rotatoire s'opère au commencement presque sur place, mais à mesure que l'embryon grossit et que la rotation s'accélère et devient fréquente, celui-ci parcourt l'œuf en tous sens. Cette première phase dure en moyenne 3 jours.

La deuxième commence vers le quatrième jour, à l'allongement de l'embryon, à son passage à la forme, que j'appellerai forme en haricot ou si on veut, réniforme (voir *fig. 7*).

FIG. 6
Germe au 3e jour

A ce moment de l'évolution, l'embryon s'infléchit ; le pourtour, la partie externe est moins opaque que la partie centrale qui montre alors de petits corps sphériques, réunis en grappe d'apparence grumeleuse. Dans quelques jours, cette grappe grumeleuse va changer de nature, et former le réseau de canalisation pour le système circulatoire.

FIG. 7
Commencement de la 2e phase

La taille grandit toujours ; le mouvement rotatoire s'accélère. Je l'ai observé chez plusieurs sujets pendant une durée de plus de 15 minutes à raison de 20 tours à la minute. C'est du reste variable avec tous les individus.

Cette deuxième phase a une durée moyenne de cinq à six jours et est très intéressante. C'est pendant son cours que le système circulatoire se forme et qu'on voit apparaître le cœur, et très peu après, les yeux (*fig. 8-9*).

Les battements cardiaques sont au commencement d'environ 80 à la minute, mais à mesure que l'évolution se poursuit ils diminuent et ils tombent à 60 à la sortie de l'œuf, pour descendre encore quelques jours après et arriver à 30 chez les adultes. Du reste le nombre des battements varie avec les individus et même il se produit dans les

palpitations des irrégularités, des arrêts, qui durent jusqu'à cinq secondes, et peuvent se reproduire par intermittences plusieurs fois dans la même minute.

FIG. 8
2e phase : 1re partie, qui sera la tête ; 2e partie, qui sera la coquille.

C'est aussi au milieu de cette deuxième phase qu'on voit apparaître dans le plus grand nombre des œufs, de petits corpuscules incolores, brillants à travers la lumière, transparents, paraissant lentiformes ou sphériques, de tailles diverses.

Ces corpuscules sont aspirés par l'embryon, non par la bouche qui n'est pas encore formée (et puis *aspiré* n'est peut-être pas le mot qui convient), ils paraissent s'engloutir à un endroit et ressortir par un autre presque immédiatement, après avoir passé par le corps de l'embryon.

FIG. 9
2e phase : 1 tête, 2 yeux, 3 cœur, 4 grappe des vaisseaux.

Ces corpuscules paraissent attirés par une force comparable un peu à celle de l'aimant attirant de la limaille de fer; aspirés, puis rejetés assez loin par une impulsion marquée, ils font un contour dans l'œuf pour aller reprendre la même marche, comme si un courant les entraînait sans cesse (voir *fig. 10*). Ces corpuscules seraient-ils une sorte de substance embryotrophe ?

La deuxième phase prend fin vers le dix ou onzième jour, au moment où le pied est formé et où la coquille va l'être (voir *fig. 11*). A cet instant, l'embryon emplit environ la moitié de l'œuf, il peut adhérer par le pied aux parois, et le mouvement rotatoire devient rare. Du reste à mesure que le sujet grandit et qu'il emplit l'œuf davantage, la rotation devient impossible. Le déplacement se fait alors par glissement sur le pied.

Nous arrivons à la 3e phase qui commence à la formation de la coquille (voir *fig. 12*) et se termine à la libération de l'embryon.

On pressent à ce moment l'enroulement de la ›ire, mais il n'existe pas encore.

A ce propos, il est intéressant de faire remar- er comment se produit cet enroulement. Si on ›ut bien se reporter à la *fig. 12*, on verra que coquille est une sorte de sac renfermant les vers organes mais qu'il n'existe aucune trace spire et que conséquemment, ce que nous

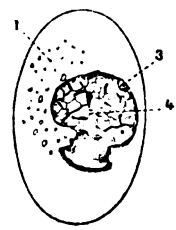


FIG. 10
1 corpuscules nageants, 2 tête, 3 cœur, 4 mosaïque des vaisseaux.

appelons le sommet de la spire au premier tour embryonnaire, n'est pas celui qui est formé le premier. En effet, ce n'est que vers le 14e ou 15e jour, c'est-à-dire 2 à 3 jours après que le calcaire de la coquille est constitué, que la spire fait son apparition.

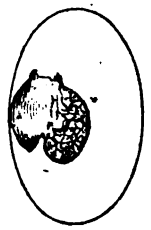


Fig. 11

Fin de la 2e phase : la coquille n'est pas encore formée.

Elle se montre d'abord mal formée, pas encore aiguë, on distingue cependant parfaitement l'enroulement, mais il est produit comme par une torsion, qui occasionnerait un soulèvement à cet endroit de l'embryon.

Donc, le sommet de la spire, ou premier tour, est formé après le sac, qui devient, lui, deuxième tour (v. *fig. 13-14*).

Fig. 12

Commencement de la 3e phase : la coquille calcaire est formée.

A cette même époque, on peut voir la formation de la bouche ainsi que des antennes qui se montrent comme par bourgeonnement. Les embryons emplissent alors les 3/4 de l'œuf environ, et commencent à être gênés dans leurs mouvements ; la forme approche de celle qu'ils auront à la sortie (voir *fig. 15*).

A la fin de l'évolution embryonnaire (en moyenne au 25e jour), les sujets emplissent complètement l'œuf.

Ils se libèrent alors eux-mêmes en déchirant par des morsures l'enveloppe qui les emprisonne (voir *fig. 16*).

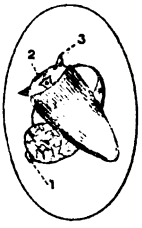


Fig. 13

Apparition du sommet de de la spire. 1 spire, 2 bouche, 3 antennes.

Ils crèvent l'œuf d'abord devant eux, puis sur les côtés, en s'aidant du pied. Les parois se distendent et se plissent, et la libération s'effectue.

La sortie est lente, il faut souvent plusieurs heures pour que l'animal puisse se débarrasser de la peau de l'œuf qui adhère à sa coquille. La dépouille gît plissée et informe dans sa capsule et conserve quelques jours encore les colorations dont nous avons déjà parlé.

La plupart des embryons après la sortie de l'œuf séjournent encore dans la capsule ; certains y demeurent plusieurs jours.

Il nous reste à dire quelques mots au sujet du développement des germes multiples contenus dans le même œuf.

Ces germes se présentent de deux façons : accolés ou séparés. Le premier cas est le plus fréquent et alors ils n'aboutissent pas. Le déve-

FIG. 14
Formation de la spire. Torsion du sommet de la coquille.

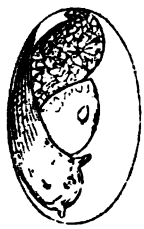


FIG. 15
Fin de l'évolution embryonnaire ; cœur vu par transparence.

loppement se poursuit seulement trois ou quatre jours. Il est curieux de voir le dernier survivant traîner l'autre après lui dans le mouvement de rotation ; puis probablement par infection il succombe à son tour et les germes se désagrègent (voir *fig. 17*).

Dans le cas de jumeaux séparés, le développement se fait très bien, et dans le même laps de temps que celui nécessaire aux isolés. Les trijumeaux, les quadrijumeaux séparés, commencent l'évolution et s'arrêtent en cours, du moins, je n'en ai jamais observé qui soient arrivés à complet développement ; il est vrai que ces cas sont peu fréquents. La plupart des jumeaux séparés échouent aussi, mais certains arrivent à la fin de la deuxième phase. J'ai vu quelques cas *très rares*, où l'un d'eux s'arrêtait au deuxième jour de la première phase et l'autre arrivait au développement complet.

J'ai même été assez heureux pour observer et voir arriver à terme deux jumeaux de la façon suivante :

Comme, atteignant la 3e phase, les deux sujets se gênaient considérablement, l'un deux creva l'œuf et se plaça pour boucher l'ouverture, la coquille en dehors (voir *fig. 18*). L'œuf ne fut que légèrement déformé et les embryons purent se développer plus à l'aise. Pendant deux jours, celui qui s'était placé à demi à l'extérieur ne remua pas, puis il quitta l'œuf et vint se mettre dessus. L'autre resta encore un jour à l'intérieur, puis sortit à son tour. Ils étaient parfaitement constitués, mais étaient un peu plus petits de taille. Ils demeurèrent quelques jours auprès de l'œuf abandonné, puis quittèrent la capsule ayant acquis la taille et la vigueur normale.

J'assure la certitude de ce fait, et je puis ajouter pour plus de détails, que je passais au moins 10 fois par jour, cette capsule sous le microscope.

Au cours de ces observations, je me demandai

FIG. 16
Libération de l'embryon.

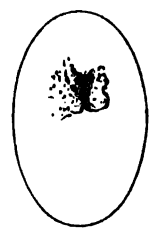


FIG. 17
Jumeaux accolés, arrêtés dans le développement.

Fig. 18
Jumeaux gênés dans l'œuf poursuivant l'évolution par la sortie de l'un deux.

un jour ce qui adviendrait si, par accident, une capsule se trouvait lacérée, les œufs étant ainsi mis à nu.

Pour l'étude je sacrifiai une capsule, je l'ouvris, j'enlevai quelques œufs que je séparai et pus constater que cela ne gênait en rien l'évolution qui eut lieu dans le même temps normal. Depuis, j'ai renouvelé plusieurs fois l'expérience qui a toujours réussi. Donc l'enveloppe gélatineuse de la capsule est simplement pour agglomérer les œufs et les protéger, mais n'est pour rien dans le développement.

De plus, quand la 3e phase est commencée, si un œuf est ouvert accidentellement ou volontairement, l'embryon poursuit son évolution et survit quand même.

Conclusions

Je voudrais parler de quelques remarques faites au cours des observations. Il s'agit de quelques questions que je me suis posées et qui ne me paraissent pas facilement solubles.

D'abord, pourquoi y a-t-il des œufs contenant plusieurs germes, quelquefois jusqu'à quatre ?

Comment ces germes sont-ils réunis dans le même œuf ? Pourquoi le sont-ils de façon différente, tantôt accolés, tantôt séparés ?

Ensuite, les embryons d'une même capsule ne se développent pas tous en même temps ; certains atteignent la 3e phase alors que d'autres commencent à peine la 2e, de sorte que les retardataires éclosent quelquefois 15 jours après les autres. Cependant, tous les œufs sont pondus au même instant dans une même capsule. D'où vient alors cette différence dans le temps nécessaire au développement ?

Autre chose. Après l'éclosion, si on observe le développement des individus mis dans un même récipient et provenant d'une même ponte, on est surpris, au bout d'un certain temps, de la différence de taille qui existe entre eux.

M. de Varigny, après M. Carl Semper, a observé que la différence de grandeur de récipients contenant des Limnées, influe sur leur taille, et que par rapport au développement, les individus contenus dans de grands récipients atteignent des tailles 3 ou 4 fois supérieures à ceux contenus dans des petits. Cela est vrai d'une façon générale ainsi que j'ai pu le contrôler. Mais il y a une remarque à faire. C'est que plusieurs individus d'une même ponte, habitant le même récipient, ont au bout de peu de temps, une différence de taille considérable. Je l'ai toujours constaté, et comme preuve, je donne l'exemple suivant :

Au 20 janvier de cette année, je pris 300 embryons éclos le même jour et par conséquent de même taille (1 millimètre). Je les mis dans un pot en verre d'une contenance d'un quart de litre environ. En cinq à six jours, des différences sensibles s'accusaient. Au 20 mai, 4 mois plus tard, il ne restait que la moitié du nombre des embryons (la mortalité ayant été grande), et la différence de taille chez quelques individus était excessive. L'un d'eux, le plus développé, atteignait 22 millimètres, le suivant, 14, le 3e 13, quatre avaient 9 millimètres, une dizaine 5, le plus grand nombre, 3, et quelques-uns même 2 millimètres seulement. La nourriture avait toujours été donnée en abondance, l'eau toujours renouvelée, et les conditions de vitalité étaient forcément les mêmes pour tous les sujets.

Que penser donc de ces différences de taille ?

Quant à l'influence produite sur le développement des embryons par rapport à la grandeur des récipients qu'ils habitent, elle est réelle et est aussi en raison directe du nombre. Plus le récipient est petit, plus le nombre d'individus qui l'habite est grand, plus le temps nécessaire à leur développement est long. Tandis que par l'inverse, on obtient des adultes en deux mois.

Comme conclusions, il y a les faits suivants à retenir, comme étant les plus importants, et résumant les observations : Que la *Limnæa stagnalis* est adulte en deux mois, que la ponte a lieu toute l'année, qu'un même individu peut produire par an une centaine de capsules d'une contenance moyenne de 80 œufs, que certains œufs contiennent des jumeaux, lesquels se développent très rarement ; que le temps moyen pour le développement embryonnaire est de 25 jours, et fait remarquable, que tous les individus peuvent se féconder eux-mêmes.

A ce propos, encore un point d'interrogation.

Dans le cas d'hermaphrodisme suffisant, (comme du reste dans le rapprochement sexué de deux individus), est-il nécessaire que l'acte copulatoire soit reproduit chaque fois qu'il y a ponte d'une capsule ?

Je l'ai vu se reproduire souvent chez des individus réunis en nombre, mais je ne l'ai jamais vu s'opérer chez des individus isolés. Il serait curieux cependant de voir comment se produit la fécondation par hermaphrodisme suffisant.

Il n'est guère admissible, à priori, qu'un seul rapprochement suffise pour produire un grand nombre de capsules.

Toutes ces études ne sont pas sans intérêt, et c'est avec plaisir que je me promets de les poursuivre. Nous repasserons ainsi les divers Limnéens et autres genres aquatiques de nos régions. Je me propose

aussi d'observer quelle serait l'influence de la lumière colorée sur le développement.

On sait que sur les végétaux la lumière rouge active beaucoup la croissance ; qu'elle est très lente au contraire sous les radiations bleues, etc.[1] Nous verrons ce que cela donnera pour les mollusques en question.

Je voudrais voir aussi quel serait le degré de résistance à la salure de l'eau.

Je signale en passant la présence sur et dans les capsules, de plusieurs espèces d'infusoires ? et rotifères ? Sont-ce des parasites ? En tout cas, je n'ai pas remarqué qu'ils fussent nuisibles au développement.

Je souhaite, en terminant, que d'autres naturalistes entreprennent ces genres d'observations, et serais très heureux de les leur voir publier.

M. Hector NICOLAS
à Avignon

ORIGINE MARINE DE CERTAINES ESPÈCES DE MOLLUSQUES, EN COURS DE TRANSFORMATION, DU LAC TANGANYIKA

[594-591.15 (60)]

— Séance du 10 aout —

Parmi les questions à résoudre qui intéressent les malacologistes, celle se rattachant à l'origine des espèces, s'impose à notre attention.

On ne peut se dissimuler l'étendue qu'elle embrasse dans le passé du monde ; il faut remonter aux types primitifs, en suivre la marche modificatrice et établir leur enchaînement.

Pour les mollusques, ce sont les caractères extérieurs de la coquille qu'il faut observer. C'est là l'unique ressource pour connaître la filiation des genres, leur descendance et arriver à leur début, à ce point initial, première manifestation du groupe.

1. Voir pour cela, les magnifiques observations faites à l'Observatoire de Juvisy, par M. Camille Flammarion, et publiées dans le *Bulletin de la Société Astronomique de France* (août 1897).

Fort longue doit être la succession des multiples passages qu'ont dû subir les espèces depuis leur apparition d'où s'irradient les genres, et si quelques-unes se sont maintenues, tant d'autres se sont éteintes, que plus laborieuse, doit-être la tâche d'en saisir l'enchaînement et nous ramener à la souche commune.

On aurait ainsi les nombreuses phases évolutives des espèces.

En Paléontologie, nous saisissons bien que certaines formes proviennent d'une autre, nous voyons que, sous certaines influences, elles se différencient complètement plus on s'éloigne de la source unique.

Mais des lacunes existent, certains points de contact sont à trouver pour relier ceux éloignés.

Les époques géologiques, étapes franchies, dont la durée nous échappe, mais d'où émergent quelquefois certaines espèces ne permettant pas de restaurer la succession interrompue. Il faut y renoncer bien que des tentatives très heureuses aient été faites.

Reste le temps présent !

Faut il espérer trouver des données plus certaines qui nous sont refusées ailleurs ?

Peut-on compter sur des observations concluantes sans que rien n'échappe ?

En un mot saisirons-nous la marche de l'évolution des espèces que les couches terrestres sont impuissantes à nous fournir ?

Notre attention, sur quel point du globe faut-il la diriger ?

Peu de régions sur la terre semblent se prêter à de pareilles investigations et reconnaître, que ces modifications se poursuivent comme dans le passé de notre planète, en conservant le caractère d'origine, trace du chemin parcouru.

Telles sont les réflexions qui, préoccupant bien des hommes, leur font entrevoir cette voie de recherches à réaliser.

On conçoit en effet, qu'il puisse exister un endroit, où quittant les données des probabilités, la théorie de la transformation des espèces devienne tangible, et la rende éclatante.

L'espèce doit se modifier par la longue suite des âges, elle le peut, soit en restant dans le même milieu où s'opérera cet acheminement vers une autre forme, soit encore pour des causes inconnues qui demeureront toujours obscures probablement.

De telles conditions d'habitabilité, pour des mollusques, nous semblent se trouver dans le lac *Tanganyika*, le seul qui puisse nous faire assister a cette étrange évolution de formes marines, qui ne l'étant plus, ne sont pas encore lacustres bien qu'elles s'en rapprochent.

Restant d'une vaste mer, c'est à lui que nous devrons la connais-

sance de cette singulière modification, atteignant non seulement la majorité de ses mollusques, mais s'étendant sur la généralité des êtres qui habitent ses eaux.

Nous observerons là, les changements obtenus pendant une période fort longue et pourrons contrôler l'exactitude du fait.

Deux faunes malacologiques, se partagent l'empire de ce vaste lac, elles y vivent en communauté et tandis que l'une est franchement lacustre, l'autre constraste singulièrement par son faciès d'origine marine, et c'est cette dernière faune surprise en voie de transformation qui frappe le plus, que nous allons examiner.

Il se trouve là, une réunion de formes les plus opposées, et autant la présence fort naturelle de *Limnées, Planorbes, Unios,* etc., n'éveillent aucune attention, autant la découverte des *Tiphobia; Limnotrochus,* etc., donne lieu à des remarques du plus grand intérêt, qui justifient l'importance que nous y attachons.

Ce qui surprend le plus, c'est que l'idée d'une origine marine ne soit jamais invoquée pour l'expliquer, ou du moins si elle vint à l'esprit de certains classificateurs, ils n'y portèrent qu'une attention secondaire, tant ce rapprochement leur paraissait impossible.

Et cependant si les genres lacustres peuplent les lacs du centre africain *Nyassa, Victoria, Albert,* etc., par les moyens bien connus de propagation, pourquoi le lac *Tanganyika* fait-il exception en ayant ces deux faunes, les autres ne présentant pas cette particularité[1] ?

Si nous admettons ce mode pour les *Physes, Ampullaires,* etc., la même facilité existait pour le transfert dans les autres lacs des *Paramelania, Syznolopsis,* etc., en un mot, de toute la faune particulière au *Tanganyika* dite *halolimnique* qui s'éloigne des espèces fluviatiles.

Il y a même une particularité résultant de ce double phénomène de types lacustres s'accommodant au régime de ces eaux qui ne sont pas encore douces, et ces autres, de descendance marine, qui parcourent en sens inverse le chemin des premiers, des eaux salés aux eaux saumâtres.

Les uns acceptent les eaux de Tanganyika, qui ne sont ni douces ni salées, les autres, à l'opposé, s'y habituent, en passant du régime marin au régime saumâtre ; tous passages graduels dont la durée nous échappe.

Ces genres Tanganyiciens que Bourguignat a qualifié de *Thalassoïdes,* sont donc en voie de transformation en partie seulement accomplie.

Ajoutons, maintenant, en présence d'une telle présomption que le

1. Voir le tableau de V. Martens pages 289 et suivantes 1897, dans son ouvrage.

Tanganyika, n'est autre que la réduction d'un vaste océan, que les derniers mouvements géologiques du sol découpèrent pour le circonscrire et le ramener aux pourtours actuels. Ce qui la confirme.

Placé entre le 27°-29° de longitude Est et le 3°-9° de latitude sud a une altitude de 830^{m} occupant une surface de 45.000 k. carrés ; cette immense dépression a 650 k. de long ; 70 k. de large et des profondeurs de 600^{m}.

Cette faune a rendu fort perplexes ceux qui l'examinèrent, sans la considérer comme susceptible de s'être transformée ; tandis qu'aujourd'hui envisagée dans ce sens, tout étonnement cesse en lui accordant une origine marine.

C'est à ce point de vue que s'était placé M. Nourry, pour mettre en évidence non seulement la nécessité de réunir toutes ces formes *Thalassoïdes* dans une même famille, mais encore pour faire ressortir la descendance marine de la plupart des gastéropodes du *Tanganyika*[1].

Il nous faut examiner divers travaux des auteurs, voir les descriptions des coquilles de ce lac dont la classification laissait tant de place à l'imprévu. On se rendra ainsi mieux compte de l'incertitude qui régnait parmi les conchyliologistes distingués.

Courte exposition de ces divers travaux. — *Publication de P. Woodward 1859.*

M. Marcel Nourry, nous expose que ce Malacologiste est le premier auteur qui s'est occupé des mollusques du lac *Tanganyika*. Sa description ne comprend que 4 coquilles recueillies par le capitaine *Speeke*.

Les *Lithoglyphus* et *Paramelania* lui suggèrent les réflexions suivantes :

« Le plus petit univalve, *Lithoglyphus*[2] ressemble tellement à une *Nerite*, « qu'on la prendrait pour une coquille Océane, si son origine était moins authen- « tique.

« La 4e coquille *Paramelania Nassa* est une Mélanie pareille à plusieurs espèces « Éocènes de l'Ile de Wight. Sa couleur, sa solidité, ses cotes tuberculuses lui « donnent l'aspect d'un petit *Buccin*. »

Tel est l'effet produit sur ce naturaliste ; les rapprochements qu'il essaie de tenter, indiquent ce qu'il faut en penser.

On remarquera que la ressemblance seule l'impressionne.

Travaux descriptifs d'Edgard Smith 1881. — Ses travaux prennent ici leur place et c'est par une page typique, qui vient bien à l'appui, que nous entrons en matière.

« Parmi les espèces du *Tanganyika*[3] à 3 de celles-ci, se rattache un grand intérêt, « à cause qu'elles ont toutes *les apparences de types marins modifiés* ».

M. Thomson dit qu'à une époque lointaine, le *Tanganyika* a été une mer inté-

1. Voir le Congrès de Saint-Etienne, page 302, première partie. (Séance du 6 août 1897.)
2. Aujourd'hui *spekia zonata*.
3. Proceedings of the zoological Sociéty of London. Février 1881.

rieure qui dessalée n'a plus qu'un goût particulier comme saumâtre, d'une saveur déplaisante. Les naturels préfèrent tout autre eau, à celle du lac.

Voilà une appréciation venant de Smith et Thomson à retenir, car ces mollusques n'avaient pas que *l'apparence de types marins modifiés*, mais ils l'étaient réellement Puis cette autre appréciation importante :

« Deux de ces remarquables coquilles, *Limnotrochus Thomsoni* et *L. Kirkii* possèdent l'aspect général des genres *Trochus* [1] et *Echinella*, et les 3 autres ont une *étonnante* ressemblance avec les *Syrnola* dans les *Pyramidellidæ*. De plus *Melania Nassa* et *M. Horei* ont beaucoup plus l'air de *marines* que d'espèces *lacustres*. »

Il ajoute qu'une fois les animaux mieux connus, ils montreront quelques différences anatomiques qui les sépareront des *Melanidæ*.

Constatons l'hésitation de l'auteur qui reconnaît cette étrange ressemblance avec les coquilles marines.

L'énumération se continue par un genre des plus caractéristiques, *Tiphobia* ou *Tylacanœha*, qui par l'opercule est une Melanidæ, tandis que l'absence d'épiderme l'en sépare, d'où une grande indécision pour cette espèce de *Tiphobia*.

Pour le genre *Limnotrochus* [2], M. Smith nous dit :

« Cette remarquable forme a toutes les apparences d'un « *Trochus*, etc. Elle a cependant de plus étroites relations « avec les *Littorinidæ*, en montrant de grandes affinités « avec le genre *Echinella*, etc. [3]. »

L'auteur est encore indécis et il ne pouvait qu'hésiter, convenons-en, pour le fixer.

FIG. 1
Anccya syrnolopsis carinifera

Il avoue que les *Syrnolopsis* n° 1 si curieux ont « toutes « les apparences d'un genre *marin*, ressemblant en réalité « de près aux *Obeliscus* ou *Syrnola*. La sinuation basale de « l'ouverture est similaire à celle de quelques *Rissoina*. »

Observons que c'est le premier genre classé provisoirement dans une famille absolument marine. De même pour *Horéa*, où Smith s'exprime ainsi :

Rissoa, (*Horea*)[4] Ponsombyi. La couleur et la sculpture de cette intéressante « espèce rappelant certaines formes de *Plecotrema* Ex : *Plec. concinna H. et A.* « *Plec. monolifera H. et A.* etc.. J'ai cru à une nouvelle section des Rissoidæ.

Evidemment, ces vues diverses ne résultant que de l'absence du secours qu'apporterait l'anatomie inconnue, sont la conséquence du manque de cette étude, mais pour le *Nassopsis Nassa V° Grandis*, où tout est connu, est on plus avancé ? Elle n'apprendra qu'une chose présumable, c'est qu'il ne peut être absolument marin, ni absolument lacustre, qu'il doit tenir de l'un et de l'autre, puisqu'il marche en se transformant, de l'un marin à l'autre lacustre. C'est une forme mixte entre ces points extrêmes.

1. Certains Turbo du Toarcien ont beaucoup d'analogie. Turbo subduplicatus. T. Mariani et Trochus du jurassique avec *Limnotrochus Thomsoni*.

4. De même pour les *Limnotrochus*, le nom de Trochidopsis serait plus en rapport pour avoir la même désinence, d'autant que nous avons Nassopsis, Syrnolopsis.

5. Les genres *Risella*, *Tectarium*, *Xenephora* se rapprochent facilement des Limnotrochus tels que *Tectarius coronarius* et *papillosus ; Risella melanostoma* et *R. plana*, toutes peu nacrées.

1. Ancey a changé le nom d'Horea en celui de Lechaptoisia (*Bul. Soc. zool. de France*, 1894).

Il faut aussi juger sur l'ensemble de la faune du *Tanganyika*, et non en détail, c'est alors seulement que nous aurons un guide certain pour nous retrouver.

Eh bien ! non seulement nous reconnaissons que les mollusques, pris séparément, ont une origine marine mais encore tout ce qui vit dans ce lac.

Les *Crustacés*, les *Poissons*, les *Cœlenthérées*, les *Protozoaires*, etc., tous amènent la même conviction. Car tous ayant été marin ne le sont plus, bien que n'étant pas encore lacustre tendent néanmoins à le devenir [1].

De ce fait, il fallait s'attendre à ces contrastes de la part des auteurs.

Quelques-unes plus modifiées que d'autres, se prêtent mieux à cette transformation plus complète pour certaines espèces.

De ce nombre sont les *Neothauma* où plus achevées leur anatomie les mettent parmi les *Vivipara*, bien que cette forme extérieurement puisse rappeler vaguement une *Natica*.

Dans la description que Smith fait de ce genre [2] il apporte un des meilleurs arguments à l'appui des facilités qu'ont pû avoir quelques coquilles à se modifier plus rapidement.

Par contre le *Nassopsis Nassa* V^e *grandis* a persisté dans sa forme marine.

Pour cette espèce l'anatomie de l'animal a pû se faire. Voyons les résultats obtenus.

Voici quelques passages et ses conclusions.

« *M. Gwatkin* m'a informé qu'il est enclin à croire que ce Nassopsis se trouverait « le proche parent (allié) avec les *Cerithidæ* et non parmi les *Littorinidæ*, comme « je l'avais supposé. Il me semble aussi se rapprocher considérablement comme « ressemblance des *Planaxis*... Par la construction générale de l'opercule il est « bien ressemblant de celui de plusieurs espèces de Mélanidæ ».

Voilà toute la certitude obtenue par l'anatomie !

L'emplacement de ce genre était très incertain quand on ne connaissait que la coquille, on attendait pour se prononcer l'examen de l'animal et maintenant qu'il est connu, l'indécision subsiste ; on ne pouvait en effet trouver qu'un animal ni marin ni lacustre.

M. Gwatkin dit qu'il est enclin a croire que le *Nassopsis* est proche allié avec les Cerithidæ *Smith*, de son côté, le fait voisin de *Littorinidæ* tout en lui semblant se rapprocher considérablement des *Planaxis ;* mais nous voilà loin de *Mélanidæ*.

Ce nom de Nassopsis éveille de suite l'idée de la forme.

Tels sont les travaux de Smith [3].

Travaux de M. Crosse. — Avec cet auteur, se révèle un savant qui voit bien que la faune du Tanganyika est étrange, mais pour laquelle il émet quelques réflexions originales.

C'est d'abord le genre *Tanganyicia* (Lithoglyphus) de Smith, qui pour lui, répond le mieux à cette forme, mais ce genre n'est pas un *Lithoglyphus*, c'est tout.

Les autres genres, *Paramelania*, *Thiphobia*, *Syrnolopsis*, ne lui suggèrent rien ne soit connu de Smith. Le *Limnotrochus*, l'entraîne à dire :

Les cas sont moins fréquents d'espèces d'eaux douces se prêtant à un milieu in.

Annals and Magazine of natural History octobre 1891.

Depuis lors il a reconnu que les recherches anatomiques de M. Moore tendent émontrer que plusieurs de ces mollusques sont étroitement alliés à des types ins, 1898, 21 mars.

« Il est assurément extraordinaire et difficile d'admettre, au premier abord, qu'il « puisse exister dans un lac d'eau douce[1] comme le Tanganyika situé au centre du « continent africain des mollusques pourvus d'une coquille Trochiforme *complètement* « *d'apparence marine*, ne pouvant être classés... que dans les *Littorinidæ* à côté « des genres *Littorina* et *Tectarius*. Tel est pourtant l'espèce typique *Limnotrochus*.

« Il est vrai que ce n'est pas la première fois que cette famille des *Littorinidæ*, « nous cause de ces surprises malacologiques. On ne connaissait que des *Litto-* « *rines* marines, lors que M. W. T. Blandford, il y a peu « d'années, nous révéla l'existence de véritables *Littorinidæ* « terrestres de l'Inde pour lesquelles il créa le genre *Crem-* « *noconchus*. *(Fig. 2)*. Voici maintenant des Littorines flu- « viatiles!! Que peut-on faire en présence de ces décou- « vertes inattendues et quelque peu renversantes? ».

FIG. 2

Cremnoconchus shyæ-drensis et son opercule Bland.

Habilement reconnu le parallélisme établi ici par M. Crosse est une confirmation; mais le *Cremnoconchus* n'est qu'un genre transformé qui vit sur les rochers mouillés par les eaux.

Vivement frappé par la vue de ce *Limnotrochus Thompsoni*, il l'est davantage par le *Lim. Kirkii* pour se décider à nous dire :

« Nous ne sommes pas sans conserver quelques doutes sur l'existence à l'époque « actuelle, de cette espèce, etc., etc., tous les individus recueillis sont morts ».

On sait que le Lim Kirkii est vivant dans ce lac.

Cet auteur ajoute que les Littorinidæ, sont semi-terrestres, semi-marines, que les *Cremnoconchus* de l'Inde ont des habitudes tout à fait terrestres, et vivent à une grande hauteur au-dessus des eaux douces, qu'en présence « de la remarquable faculté « *d'adaptation* que semblent posséder les mollusques de cette famille » il ne lui semble nullement inadmissible qu'il puisse y avoir des *Littorinidæ* fluviatiles tels que les *Limnotrochus*.

M. Crosse admet des transformations, des facilités *d'adaptation* et cependant en parlant de *M. Thomson* à propos du *transformisme* des espèces du Tanganyika, il revient sur ses idées, si franchement exprimées.

« Dans cette hypothèse, les mollusques fluviatiles dont nous parlons seraient des « types marins modifiés. Là-dessus les fidèles fervents de l'Évangile selon saint « Darwin et ses doctrines de l'évolution se sont enthousiasmés à perte de vue ».

En présence d'appréciations si contradictoires, il nous reste cependant la preuve que les *Littorines* subissent sans péril, ces déplacements.

Depuis lors (1881) la faune du *Tanganyika* mieux connue vient donner une grande force à l'appui de son origine marine.

Extraits et Résumés des ouvrages de M. Bourguignat. Ce savant malacologiste envisage cette question sans la trancher.

Il s'empresse de qualifier de *Thalassoïdes* ces espèces; ce mot démontre cette tendance. Il nous dit:

« La faune malacologique si bizarre de ce lac, si extraordinaire, ménage de telles « surprises qu'on doit toujours se tenir en garde ». Tel est le début, il reconnaît l'urgence qui se fait sentir de la mettre à part.

Pour lui le genre *Spekia* reste dans les *Paludinidæ*, Fischer le met dans les *Hydrobiidæ*; d'autres auteurs le croient voisins du genre *Lacunopsis* de Deshayes en cons-

1. Ces eaux sont saumâtres.

tatant la ressemblance de cette forme avec les *Littorinidæ*, notamment avec le *Littorina littoralis*.

Puis il réunit dans une même famille *Hauttecœuridæ* les genres *Tanganikia*, *Cambieria* et le genre *Hauttecœuria* qui lui est personnel.

Pour les *Hylacanthidæ*, voici l'appréciation de cet auteur.

« La classification des Hylacanthes est très difficile. Comme forme, les espèces « de ce genre ont une appa- « rence tout à fait Thalassoïde. Elles rappellent cer- « taines coquilles des genres *Pyrula* ou *Ficula*. L'*Hy-* « *lacantha longirostris* entr'autres, (*fig. 3*), par le pro- « longement de son rostre, imite jusqu'à un certain « point, le *Murex brandaris* de la Méditerranée. Elles « n'ont pas de rapport avec les *Paludinidæ* ou les *Mela-* « *nidæ*, sauf pourtant, mais de très loin, avec une forme « américaine le genre *Io*[1]. »

FIG. 3
Tiphobia longirostris

Il estime que les *Hylacanthidæ* ne peuvent pas se placer parmi ces familles, c'est absolument la forme d'un *Murex brandaris*, c'est à s'y tromper.

Les *Limnotrochus* arrivent dans les *Littorinidæ*, où la forme de l'opercule les range.

« Ressemblent tout à fait, comme forme et comme mode d'ornementation aux « *Trochus Montagui*; *formosus*; *exiguus; zizyphinus;* etc., de nos côtes. »

« Les Limnotrochus vivent sur les rochers et doivent avoir dans le lac le même « mode vital que celui des *Trochus* de nos mers.

Viennent ensuite les *Syrnolopsis* dont il forme la famille des *Syrnolopsidæ* qu'il est difficile de placer soit aux *Helicidæ ; Rissoïdæ ; Melanidæ ; Hydrobiidæ ; Poludinidæ*, suivant les auteurs [2].

Ainsi ce genre *Syrnolopsis* s'est trouvé parmi les marins, les terrestres et les eaux douces.

Les *Giraudia* et *Raymondia*, réunis dans la famille des *Giraudidæ*.

Le même embarras existe au sujet de ces *Giraudia* qui par leur forme « ressemblent « à des *Rissoa ;* par le brillant de leurs coloris à des *Phasianella ;* par leur axe « columellaire à des *Lacuna* et par leur bourrelet extérieur du bord péristomal à « des *Acme*. On peut les rapprocher donc de familles bien différentes ».

Les *Reymondia* sont des espèces ayant un cachet particulier « ne pouvant être rapportées à aucun des genres *marins* ou *d'eau douce* ».

« Le Dr Smith a donné le nom à l'un d'eux d'*Horei* (tout en mentionnant son « embarras)... qu'il place provisoirement dans les *Melania* à titre d'espèce aber- « rante... pour moi elle appartient à la famille des *Giraudidæ* ».

En définitive, il nous dit explicitement qu'il ne peuvent être mis ni dans un *genre marin*, ni dans un *genre d'eau douce*.

Nous arrivons maintenant à toute une série qu'il laisse, on ne sait pourquoi, parmi les *Melanidæ*.

« Les nombreuses espèces de cette famille à l'exception du *Melania tuberculata*

1. Les Io, comme bien d'autres, Goniobasis, Pleurocera des fleuves et lacs d'Amérique sont aussi des descendants d'espèces marines.

2. Le Dr Tausch l'assimile aux *Fascinella* de Stache qui est un genre unique fossile de l'Éocène.

« et *Mel admirabilis*, ont toutes un aspect *Thalassoïde, qui paraît être bien spécial* « aux formes du *Tanganyika* ».

« A l'origine une seule espèce, la *Nassa* avait été considérée comme une *Mela-* « *nella* par Woodward 1859, lorsque le Dr E. Smith en 1881 pour le *M. Damoni* « *M. crassigranulata* établit le genre *Paramelania* adopté en 1885.

« Depuis, divers auteurs, entre autres Wihte et Tausch, « ont prétendu que les *Paramelania* devaient être assi- « milées aux *Pyrgulifera* (Meck), tandis qu'un auteur belge « M. Paul Pelseneer émettait l'opinion que le *Damoni* « espèce type du genre *Paramelania* ne devait être qu'une « *Tiaropsis* de Brot.

« Ces diverses opinions ne soutiennent pas l'examen. « Ni Wihte, ni Tausch, je le présume n'ont pas dû voir une « seule *Paramelania Tanganyikienne*, pour avoir émis un « semblable avis. Quant à M. Pelseneer il s'est trompé « lorsqu'il a cru comparer le *Damoni* du Tanganyika aux « Thiaropsis et notamment à la *Winkeri* du Japon.

« Cette espèce, en effet, n'a aucun des caractères qui « rappelle en quoi que ce soit les Paramelania du lac.

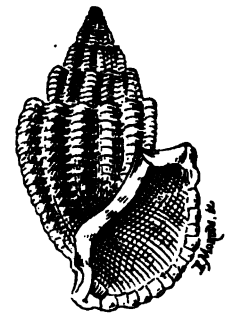


Fig. 4
Bourguignatia Bridouxi

« Les Melanidæ du Tanganyika, sont de formes spéciales et particulières à cette « grande mer intérieure, formes que l'on ne peut, assimiler à aucune d'un autre « pays ».

Il aborde ensuite les genres suivants : *Bourguignatia*, (*fig. 4*), qu'il qualifie de magnifiques. Très belles de formes, elles rappellent tellement des *Buccins*[1] qu'elles auraient été classées comme telles, si elles s'étaient présentées à l'état fossile.

Les *Randabelia*, *Joubertia* donnent la même impression et sont encore un peu canuliculés.

Le genre *Lavigeria*, renferme le *L. grandis* qui n'est autre que le *Paramelania nassa* Ve *Grandis* la seule dont l'animal est connu aujourd'hui[2].

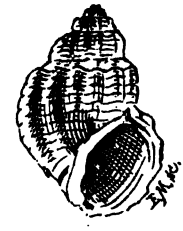


Fig. 5
Pyrgulifera Pichleri Ve Hoernes

En suivant ce groupe, la forme *Edgaria* a l'extrémité de sa coquille semblable à certaines petites *Nasses* et si le canal a disparu, il n'en reste pas moins une ressemblance frappante comme avec *Edgaria callopleuros*.

Les Paramelania sont absolument des *Nasses*, et on ne peut leur donner, ainsi qu'aux genres précédents *Edgaria*, *Lavigeria*, *Joubertia*, *Randabelia* et *Bourguignatia* d'autres ancêtres que les *Nassidæ* et *Buccinidæ* Leur ressemblance avec le Pyrgulifera, *5*, est non moins évidente quoiqu'en dise Bourguignat. Exemple concluant *Lavigeria coronat*, *6*, et *Pyrgulifera Pichleri*, 7[3].

1. Le nom de Buccinopsis lui conviendrait mieux pour unifier ces appellation quoique déjà employé.

2. Nous disons la seule, mais un mémoire sous presse du Dr Moore en donnera d'autres.

3. L'échantillon que nous avons en collection, porte le canal obstrué, mais est des mieux accusé ; cette espèce est polymorphe et varie beaucoup dans sa sculpture (Voir Tausch).

Mais que sont les Pyrgulifera ? si non des espèces marines modifiées.

Avec les *Pyrgulifera*, nous remontons dans le passé de la Terre, à une époque très reculée. Elles se montrent au Crétacé ou au Danien, à l'Éocène. La Faune de Tanganyika pourrait donc provenir de cet étage géologique.

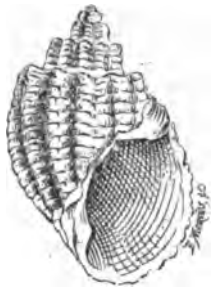


FIG. 6
Lavigeria coronata Bourgt

En poursuivant, Bourguignat place dans le *Neritidæ* les genres *Stanleya*, *Coulboisia* ainsi dénommés par lui, bien qu'on ne connaisse du premier que le *Stanleya Néritoides*.

Placé par Smith dans le *Lithoglyhus*. *L. rulofilosus* et par Crosse dans les *Tanganyicia*, Bourguignat le met dans les Néritidæ. Malgré son autorité, ni le *Stanleya* ni le *Coulboisia* ne sont des Néritines, ce sont pour nous des espèces particulières.

Enfin Bourguignat termine en plaçant le genre *Rumella* parmi les *Naticidæ* qui, dit-il « ont un cachet *tout à fait* « *marin*, coquilles ressemblant par leur forme, et leur cal- « losité bombée à des *Natica* de la série des *Ruma*, et « c'est pour rappeler ce degré de ressemblance que je leur « ai appliqué le nom de *Rumella* ».

FIG. 7
Pyrgulifera Pichleri Hörnes

Cette courte révision témoigne de ses convictions sur les étroits rapports de ces formes d'origine marine.

PUBLICATION DU Dr VON MARTENS 1897 [1]. — Pour compléter donnons un aperçu sur le récent ouvrage du Dr Von Martens, bibliographie la plus complète que nous ayons sur la malacologie de l'Afrique centrale et orientale, où sans se prononcer nettement sur l'origine de ces formes *Thalassoïdes* il la combat même.

Comme début, à propos de la grande analogie des Paramelania avec les Pyrgulifera, il pense « que quand un genre vivant peut-être réuni à un genre fossile, il faut « alors lui maintenir le nom le plus ancien, qui serait celui de *Pyrgulifera* de Meek.

Il ajoute qu'il ne peut pas encore conclure à cela. Qu'il ne croit pas pouvoir réunir les deux comme règle générale d'une loi immuable.

Les *Rumella* que Bourguignat place dans le *Naticidæ* lui croit qu'ils « égalent « peut-être d'avantage encore les *Smaragdia* d'Issel voisins des *Neritidæ* et alors « ce n'est plus dans les *Naticidæ* que les *Rumella* prendraient place ».

Parlant ensuite du genre *Anceya*, il ne peut se prononcer ; il penche de préférence à y voir un mollusque d'eau douce que d'en reconnaître un terrestre et alors c'est à côté de *Syrnolopsis* qu'il faudrait l'admettre : Le type des *Syrnolopsis* a les tours nis tandis que celui des *Anceya*, les a longitudinalament costulés ; cette sculpture it insuffisante pour les séparer.

A propos du genre décrit par Smith sous le nom de *Turbonilla terebriformis* ont la texture et les costulations rappellent un peu les apparences de quelques *erebra*, Von Martens, indique que la position vraie de cette intéressante espèce ste douteuse. Serait-ce que l'échantillon incomplet le fasse hésiter ?

1. Beschalte Weichthiere Deutsch. ost Afrikas, Berlin 1897, cet ouvrage m'a été enveillamment signalé par le Dr Smith de Londres, ce dont je le remercie.

Avec Von Martens, Lamarck, frappé des irrégularités des *Ætheria* les assimilait aux *Chama* ; une telle déclaration doit suffire et bien certainement aussi ce genre si accentué est une *Ostreidæ* modifiée, contemporaine de la faune du *Tanganyika*, son point de départ.

Très répandue, sa propagation a dû se faire par le lac Victoria dans le Nil ; par le Loukouga dans le Congo ; et de là par les autres fleuves et rivières le Bénoué, le Niger jusqu'au Sénégal.

Se découvrira-t-elle dans le lac Tchad ?

Rien ne nous fait soupçonner que le Dr Martens accorde à cette faune une transformation reconnue ; la citation qui suit, va contre les changements survenus dans cette faune.

« Plusieurs auteurs affirment à un haut degré la ressemblance de beaucoup de « ces coquilles du *Tanganyika* avec des genres marins et sont disposés à voir dans « ces mollusques *Thalassoïdes* un reste d'un monde animal marin qui existait autre- « fois réellement, *Limnotrochus* formé avec *Trochus* ; *Paramelania* avec *Nassa* ; « *Tiphobia* avec *Pyrula* ou *Murex* ; *Rumella* lié avec *Natica*. Dire que cela est « certain..., c'est trop dire, etc., etc.» car, prétend-il « la seule connaissance de la « forme de la coquille peut tromper »[1]. La description d'une coquille ne peut reposer d'abord que sur l'étude de sa forme extérieure. Sans cela comment ferait-on pour les fossiles ? Mais il reconnait cependant que « il y a sans doute, parmi le « nombre de ces formes de coquilles très particulières, beaucoup qui ne se repro- « duisent pas parmi les formes d'eau douce des autres pays, etc. »

Il tient toutefois à faire ressortir qu'il est étrange que cette similitude si frappante, là où elle se montre, se fasse précisément sentir avec des formes connues antérieurement fossiles comme entre *Paramelania* et *Pyrgulifera* ; *Syrnolopsis* et *Fascinella* et par là démontrer que de telles formes existaient déjà dans les époques de l'inférieur et moyen *Crétacé* et de l'*Eocène*, etc., etc...

Ces courts extraits, indiquent une hésitation, mais il semble vouloir se refuser de se rendre à l'évidence, s'il voit une certaine identité. Il n'est pas besoin d'une absolue conformité, l'analogie complète ne pouvant exister avec des coquilles marines et puis c'est précisément cette différence qui indique la transformation accomplie. Ces formes sont modifiées et ce qui le prouve c'est que l'anatomie du *Nassopsis nassa* conduit a conclure que ce genre n'est ni *marin* ni *lacustre* mais plutôt marin. C'était à prévoir.

Si nous ne nous en tenons qu'à la forme, rien ne s'oppose à ce que le *Limnotrochus* soit un descendant du *Trochus* soumis à un milieu variable et que les *Tiphobia* ne soient de récentes générations de *Murex* arriérés ; dès lors *Limnotrochus* et *Tiphobia* ne sont plus assez marins mais trop encore pour l'ignorer et par suite le *Limnotrochus* n'est plus un *Trochus*, pas plus que le *Tiphobia* n'est un *Murex*, bien que le *Tiphobia longirostris* se confondent presque avec le *Murex brandaris*.

Ici se termine l'examen des travaux divers publiés sur la faune du Tanganyika que *M. Marcel Nourry* nous exposait trop rapidement peut-être, en rappelant que la plus grande divergence existe entre ces auteurs pour la place a donner à chacune des espèces du *Tanganyika*, voici d'ailleurs, à titre de renseignements ce résultat.

Paramelania est le seul genre par tous reconnus dans la famille *Melanidæ*.

1. Bien que récent depuis que nous avons écrit ces lignes, I E. S. Moore, juillet 1898 a donné, sur l'examen morphologique des animaux de ce lac, une étude complète, qui conduirait Von Martens à des conclusions différentes et tout à fait opposées.

Horea dans les Melanidæ pour Bourguignat ; aux *Rissoidæ* pour Smith.

Stanleya aux Neritidæ pour Bourg..., Smith. en fait un Lithoglyphus aux Paludinidæ, pour Crosse c'est un Tanganyikia aux Paludinidæ.

Rumella est aux Naticidæ pour Bourguignat. Von Martens aux Neritidæ.

Reymondia est dans les Giraudidæ pour Bourguignat, aux Melanidæ ponr Smith.

Speckia aux Paludinidæ pour Bourguignat et Fischer. Crosse en fait un Lacunopsis aux Paludinidæ.

Tiphobia admis par Smith, Crosse, Fischer aux Melanidæ ; c'est l'Hylacantha de Bourguignat dans la famille Hylacanthidæ.

Tanganyicia, est aux Hauttecœuridæ pour Bourguignat; aux Paludinidæ pour Crosse aux Hydrobiidæ pour Fischer, c'est le Lithoglyphus de Smith aux Paludinidæ.

Syrnolopsis pour tous, mais aux Rissoidæ pour Smith ; aux Paludinidæ pour Crosse, aux Hydrobiidæ pour Fischer ; aux Melanidæ par Von Martens.

Limnotrochus est conservé dans les Littorinidæ par Smith, Crosse, Bourguignat ; et aux Hydrobiidæ par Fischer.

Famille des Tanganyikidæ. — Puisque l'emplacement de ces genres est si contesté, si opposé même, nous pensons qu'il faut les réunir dans une seule famille ni marine ni lacustre.

Ce groupe comprendra ainsi que le pensait l'auteur du mémoire que nous avons indiqué[1] les genres *Bourguignatia* Giraud ; *Cambieria* Bourgt; *Coulboisia* B.; *Edgaria* B ; *Giraudia* B ; *Hauttecœuria* B ; *Horea* Smith ; *Jaubertia* B ; *Lavigeria* B ; *Limnotrochus* Smith ; *Nassopsis* Smith ; *Paramelania* Smith ; *Randabelia* B ; *Reymondia* B; *Rumella* B ; *Stanleya* B ; *Syrnolopsis* Smith ; *Tiphobia* Smith ; *Anceya* B ; *Speckia* B ; *Turbonnilla* ; S ; *Leroya*? Giraud ; *Baizea* B ; *Bridouxia* B[2], en tout 24 genres qui se rapprochent de *Trochoidæ, Naticoidæ, Nassoidæ, Rissoidæ, Littorinoidæ, Buccinoidæ, Cancelleroidæ, Turbonnilloidæ* en complétant cette série par les *Cambieria, Bridouxia, Baizea, Leroya.* Telle est la famille des *Tanganyikidæ* embrassant à elle seule, non compris les genres d'eau douce, indiscutables, plus de 400 espèces spéciales.

Tout en laissant à ces genres leur importance, il faut, pour les résumer, les subdiviser en groupes ou en séries et comme complément, nous aurions « Série des *Buccinopsidæ ; Nassopsidæ ; Muricidopsidæ ; Trochodopsidæ ; Neritopsidæ ; Rissopsidæ ; Cancellopsidæ ; Naticidopsidæ ; Littorrinidopsidæ et Pyramidellopsidæ.* (Voir la note complémentaire à la fin de cette étude).

Nous n'avons dans le cours de ce mémoire mis en présence que les opinions des auteurs qui ont contribué à la classification de ces coquilles faite dans un sens qui doit écarter l'idée de toute critique de notre part.

Mais c'est au *Tanganyika* ou nous pouvions le mieux saisir l'évolution *inachevée* qui poursuivie, dans cette œuvre de transformation, doit se compléter sur place sur de nombreux sujets.

Ailleurs de pareilles modifications se sont produites, nous pouvons bien mentionner quelques régions où ces phénomènes les ont atteints dans le même sens : que sont les *Potamides*? qu'elle est leur origine ? de même comment doit-on interpréter cette autre grande famille de *Pleuroceridæ* de l'Amérique du nord ? Et les *Canidia*

1. Voir le renvoi de la page 510.

2. Pour toutes les figures de ces genres, voir les travaux de Bourguignat sur le Tanganyika.

d'Asie que Fischer appelle des *Nasses* fluviatilles ? Et les *Amphibola* si caractéristiques ainsi dénommées par Schumacher.

Et tant d'autres que nous aurions à citer tels que les *Io* ou *Melafusus*[1], *Paludomus ; Angitrema* ; *Goniobasis, Anculosa* dont les rapports avec les *Fusurs, Natice, Cérites Turritella* sont si accusés, toutes habitantes des eaux douces.

Les *Limnea abyssicola* du Lac Léman, n'arrivent plus à la surface des eaux pour y respirer l'air nécessaire, elles restent toujours à de certaines profondeurs, les modifications subies le permettant.

Portons nos regards de partout et nous verrons, d'un côté, la région Aralo-Caspienne ; les sables Transcaspiens, représentant les fonds de vastes mers en décroissance dont il ne reste que quelques bassins isolés, où les faunes se modifièrent tandis que sur bien d'autres points du globe des changements aussi importants se sont produits.

Généralités et conclusions. — Dans les eaux du Tanganyika, toute une faune se métamorphose. C'est ce qu'il fallait constater et il nous faut remonter dans le passé des âges du monde, précisément là, où abandonnée des océans, elle allait lentement s'adapter aux eaux douces, état tout différent de celui que nous constations aujourd'hui.

C'est donc l'ensemble de cette faune si étrange, qui présente des affinités marines les plus curieuses. Elle nous fournit cette preuve zoologique que les moins disposés à l'accepter doivent reconnaître.

Ces formes constituent donc, « soit les descendants disparus océa-
« nique semblables aux espèces actuelles, mais qui se sont *modifiées*
« par un long séjour dans le lac, soit les descendants d'une ancienne
« faune marine éteinte partout ailleurs ».

Par suite de circonstances naturelles (restant d'une ancienne mer avec sa faune intégrale), ces eaux se sont transformées à ce point de protéger de moins en moins cette faune marine, pour favoriser de plus en plus les changements qui s'opéraient sur elle.

Aux organes qui convenaient aux eaux salées, se sont substitués progressivement ceux s'appropriant aux eaux saumâtres et c'est précisément à ce stade que l'anatomie nous les dévoile avant qu'ils puissent supporter les eaux absoluments douces.

« Toutes ces coquilles remarquables formant une petite partie de
« la série la plus anormale de ces animaux d'eau douce, présentent
« les affinités marines les plus curieuses ; et ces organismes à affinités
« océaniques ont été désignés sous le nom *Groupe halolimnique*[2] ».

Nous ne chercherons pas à retracer les phases diverses du lac Tanganyika, ce qui est certain c'est qu'il a perdu de sa salure, mais il

1. *Io spinosa* du Tenesse est un Cerithium tandis que *Io brevis*, est un Fusus.
2. Voir le mémoire du Dr I. E. S. Moore, sur la preuve zoologique de l'ancienne liaison du lac Tanganyika avec la mer.

faut reconnaître aussi qu'un laps de temps considérable nous sépare du moment où ce nouveau régime s'établit.

Est-ce au tertiaire inférieur ? Ou bien au Crétacé supérieur qu'il faut remonter ou[1] plus loin encore ?

Bien que nos connaissances géologiques soient assez limitées pour cette région, nous savons cependant que certains phénomènes particuliers l'affectent ; que le *Tanganyika* est encaissé dans les grés horizontaux et les roches archéennes qui leur servent de base. Que sa partie méridionale coupe des roches éruptives anciennes, qu'un haut plateau de ces mêmes roches archéennes s'étend jusqu'à ce lac et au Nyassa et bien au-delà. Que la zone de ces grès se dirige vers le haut Congo sur une étendue inconnue avec une grande puissance ayant conservé leur horizontalité primitive.

Il ressort que le Tanganyika, dans ces conditions, doit être considéré comme un bassin d'effondrement ; Stanley ne nous dit-il pas que ce sont des grès rouges à strates horizontales, que ce sont les mêmes roches et que les deux rives du lac présentent les mêmes traces d'un *affaissement* subit, prodigieux, sans dérangement, ni déplacement des couches[2].

Viennent ensuite, des particularités qui se produisent, donnant lieu à des jets de vapeur, au milieu de ses eaux, accompagnés d'expulsions, de débris de bitume. Tous caractères qui semblent indiquer des actions volcaniques d'une grande puissance d'abord et qui correspondent avec la distribution actuelle des sources chaudes dans le monde entier que l'on sait en relations constantes avec les *terrains tertiaires*[3].

D'un autre côté, le lac Tanganyika appartiendrait à cette dislocation qui se poursuit dans le Bassin du Haut Nil, au Kilimandjaro dans l'Abyssinie. Vaste fracture, la plus importante de la Terre, se prolongeant plus loin encore probablement du lac à la Mer Caspienne. Or, dans cet immense continent africain à part ces régions, plus le Maroc, l'Algérie, on n'a jamais constaté des eaux bouillantes émergeant du sol.

1. Dans une récente publication, il est décrit deux mollusques nouveaux qui ont été dragués à 900 m de profondeur dans le *Tanganyika* que *Moore* a classés *Bylhoras* et *Bathanalia*, coquilles des plus remarquables.
L'auteur rapproche le *Bathanalia Howesi* des *Amberleya* du *Jurassique. Lias.* e *Bythoceras iridescens* s'éloigne aussi beaucoup des genres connus de ce lac, ais accusant toujours une origine marine des plus accentuées (Voir *fig. 8* et *9*).
2. Stanley. H., M. A travers le continent noir.
3. Il est demontré maintenant et reconnu que ces richesses hydrothermales en nt la conséquence, et qu'elles résultent des dislocations tertiaires, qu'elles impliquent présence de ces étages que l'on retrouve généralement partout où les eaux Thermminérales se font jour sur le sol.

Est-ce donc au début du tertiaire ou à la fin du Crétacé (Danien) que ces manifestations se produisirent ? C'est probable ; Drumond a trouvé, près de la rive Nord-Ouest du Nyassa, sur l'ancien plateau que nous venons d'indiquer des couches *lacustres* avec poissons, mollusques et feuilles, et Stuhlmann dans l'Ougogo.

Nous avons vu dans le cours de cette étude la ressemblance bien reconnue qui affecte le *Lavigeria coronota, fig. 6,* et *Pyrgulifera Pichleri*[1] fossile du Crétacé, *fig. 7,* je ne pense pas qu'il soit téméraire à considérer alors comme très éloigné la descendance de ces types du Tanganyika. Mais les Pyrgulifera sont encore des espèces marines modifiées, très variables dans leurs formes, et mieux encore, si l'on pensait qu'il est imprudent de les reculer autant dans les âges du monde, il est maintenant acquis que leur antiquité est hors de doute puisque (nouvelle relation) cette faune *Taganicienne* très remarquable, tout en ayant de nombreuses affinités marines rappelle par beaucoup d'espèces celle du *Laramie*[2]; puis les fleuves américains sont caractérisés par un grand nombre de formes ayant un cachet des plus anciens. La faune actuelle du Mississipi, *Ganoides, Unios* descendent directement de ceux que l'on trouve dans les dépôts de *Laramie.* L'Amérique du Nord, peut être considérée comme un continent existant ou s'étant façonné, préparé à l'époque de la mer intérieure *Laramienne* et cet étage n'est que la partie supérieure du Crétacé[3].

Dans le passé de notre planète, les siècles ne sont rien et ce serait depuis lors (dépôts crétacés), que la faune générale de *Tanganyika* poursuit cette œuvre sur les *Mollusques, Poissons, Crustacés, Protozoaires, Cœlentherées,* etc., leur laissant encore cette allure archaïque qui ne peut tromper.

Nous pourrions puiser des arguments qui appuieraient d'autant nos conclusions, sur bien d'autres points des continents.

On considère l'étage *Sarmatique* comme une mer étant essentiellement un reste de la Méditerranée et sa faune (Vienne en Autriche) comme un reliquat infime de la faune antérieure appauvrie et dégénérée ou *modifiée,* par l'isolement et sous l'influence des eaux *saumâtres.*

C'est exactement le cas du *Lac Tanganyika.* Nous tenons à l'indi-

1. Tausch, Vienne 1884. Ubercinge conchyls aus dem Tanganyika dée.
2. Correspond au Crétacé supérieur Danien.
3. Dans les terrains Jurassique les *Purpurina* rappellent à la fois les Cancellaires par leur ensemble, et par leur ouverture les *Lavigeria* et *Pyrgulifera,* qui ont même ornementation du test. Ce sont dès lors deux espèces *Purpurina* et *Amberleya* du Jurassique qui sont représentées au Tanganyika.

quer pour en constater l'importance et l'étroit rapport qui existait entre eux.

Les dernières observations font de ce lac une grande dépression qui, jointe à celle du Nyassa, qui, lui, est entouré de formations volcaniques anciennes surmontées de quelques cônes d'éruption *récentes*, constituent une bande étroite qui fait supposer que leur mode de formation a été analogue à celui de la Mer Rouge, de la Mer Morte et des Chotts.

Tout ceci serait dû aux grandes dislocations d'un décrochement extraordinaire, le *résultat d'une fissure ou zone d'affaissement de dimensions inusitées.*

Thompson a émis l'idée qu'une grande ligne d'activité « volcanique « unissait le Cap, le Nyassa, l'Ougogo, le Kilimandjaro et l'Abyssinie». Douvillé ajoute : « que cette grande fracture se poursuit jusqu'au « Liban ».

Tandis que quelques lacs ont les contours plus ou moins arrondis, des plages basses. (Lac Victoria) le groupe des lacs *Tanganyika*, *Nyassa*, *Léopold*, *Albert* sont des bassins très allongés, aux rives escarpées, encaissés dans le roc en forme de cuves, longues, profondes comme si une bande de terrains s'était *affaissée* entre des fractures parallèles.

De formation contemporaire ou non, d'aussi grands réservoirs sont les effets de mêmes causes, et tout démontre des contrées agitées par de grands mouvements du sol, des tassements prodigieux de notre écorce, et ces causes si elles ne sont pas exactement connues sont suffisamment soupçonnées pour constituer une certitude.

Suess nous indique[1] que « Il s'est produit une submersion vers le « milieu du Crétacé qui vint occuper d'immenses surfaces des cinq « parties du monde. C'est l'un des phénomènes généraux des plus *gran-* « *diqses* et des plus *énigmatiques* dans l'histoire des formations sédi- « mentaires[2] ».

Ici nous ne voulons en rien préjuger si ces phénomènes actionnèrent ces régions, s'ils se firent sentir sur la contrée des grands lacs et si nous supposions que plus tard elles en furent le théâtre, il y aurait alors une coïncidence qui ne serait pas fortuite, car de telles invasions marines donneraient ce résultat, les océans[3] occupant alors de vastes territoires puisque il est reconnu qu'il existe une analogie *indé-*

1. La face de la Terre, p. 413.
2. Grande transgression Cénomanienne, p. 531.
3. Nous disons les Océans, dans notre pensée ayant en vue l'Océan Indien et l'Océan Atlantique réunis, bien que des continent dussent émerger dans l'un et dans l'autre.

niable entre la structure de l'Afrique orientale et australe et celle de la péninsule Indienne[1] reliées par Madagascar. Est-ce à leur séparation que ces lacs furent isolés sur la fin du Crétacé ? Y a-t-il concordance avec le moment où la grande fracture reconnue se produisit, s'ouvrit; et cet autre moment où de grands continents s'affaissant à l'est et à l'ouest sollicitaient le déplacement des eaux marines pour mettre à nu ces régions par leur retrait?

Ce fut comme un balancement colossal, où les continents sont en jeu; gigantesque bascule en mouvement qui en approfondissant d'un côté (continents affaissés) appelant d'un autre les eaux océaniennes pour prendre possession et combler les dépressions continentales créées par leur disparition, en même temps que ces eaux abandonnaient les parties qu'elles recouvraient, pour livrer ces fonds de mers, terres nouvelles, que les flots délaissaient désormais, aux ardents rayons du soleil.

Tel est le sol Africain, c'est cette apparition qui peut marquer une des époques les plus remarquables de notre planète.

Notre Méditerranée, comme la fosse Erythéenne, provient d'effondrements semblables. Le lac Tchad ne représente par contre que le reste d'une vaste étendue d'eau au centre d'une grande dépression.

Cette agitation se continue, de nouveaux effondrements se préparent, des zones seismiques en fixent déjà les points, certaines régions sont destinées à s'abaisser et pour ne voir qu'autour de nous, bien des secousses ressenties font supposer que de tels événements peuvent se produire dans la mer Caspienne, ou bien dans la partie orientale de l'Asie Mineure et de même que notre Méditerranée s'est annexée l'étendue de la mer Noire, la mer d'Azow, en envahissant ces emplacements, à une époque récente, puis en prolongeant la mer Adriatique jusqu'à Fiume, en dessinant et déchiquetant l'archipel Grec, on se demande si elle n'ajoutera pas la mer Caspienne, à son domaine et reprendre tous les terrains qui les séparent pour ne former qu'un tout. Tout autant d'empiétements futurs qui pourraient se réaliser.

En généralisant, sans nous laisser entraîner en dehors de notre question, du cadre qui nous occupe, il est facile de s'apercevoir que l'interprétation à donner à tous les faits géologiques qui se succèdent sur la terre, nous fait assister à l'écroulement partiel de notre globe dont les lacs africains sont un des résultats, une des conséquences.

Il nous reste à indiquer comme complément, avant de terminer, que les séries mentionnées à la page 519 auraient pour types les espèces

1. La face de la Terre. Suess (chap. VI. Les fragments du continent Indien. Résumé général. p. 531.

suivantes: *Bourguignatia* dans les Buccinopsidæ; *Paramelania* dans les Nassopsidæ; *Tiphobia*, Muricidopsidæ; *Limnotrochus*, Trochodopsidæ; *Spekia*, Neritopsidæ; *Horea*, Rissopsidæ; *Lavigerîa* Cancellopsidæ; *Rumella*, Naticidopsidæ; *Stanleya* Littorinidopsidæ; *Syrnolopsis*, Pyramidellopsidæ.

Pour les deux genres nouveaux *Bathanalia* (8) et *Bythoceras* (9), le premier seulement, prendrait place parmi les *Turbinidopsidæ* quant au second il est difficile de lui assigner une série connue, ces *Bythoceras* ayant des affinités diverses. En plus leur anatomie confirme ce fait prévu qu'elles ne sont ni marines ni d'eaux douces.

Ces récentes conquêtes malacologiques pour le Tanganyika, donnent ce curieux résultat, c'est que cette faune trouve des rapports même avec les espèces Jurassiques.

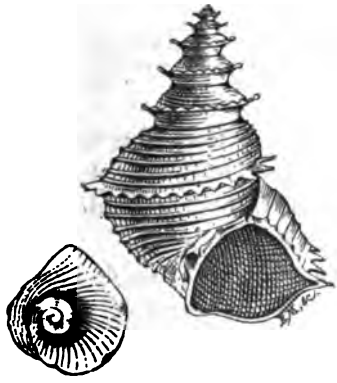


FIG. 8

Bathanalia Howesi, Moore.

FIG. 9

Bythoceras indescens, Moore.

M. DELORT
Professeur au Collège de Saint-Claude

LA POINTE DE LANCE EN BRONZE CHEZ LES PEUPLES DE L'ANTIQUITÉ, EN PARTICULIER SUR LE SOL DE L'ANCIENNE GAULE, ET DU PAYS DES SÉQUANES [571.35]

— *Séance du 5 aout* —

« L'âge du bronze a dans presque toute l'Europe laissé des vestiges. »
Soph. Müller.

Cette affirmation de l'un des meilleurs archéologues danois, vient d'être confirmée une fois de plus dans un coin obscur de l'ancienne Gaule, que certains historiens n'ont pas craint de considérer comme complément inhabité avant le Ve siècle de notre ère.

Cependant c'est encore dans l'antique Séquanie, près de Lavans-lès-Saint-Claude, que l'âge du bronze a laissé des vestiges marquants : une jolie pointe de lance de 20 centimètres de long bien patinée vient d'y être remise à jour non loin du lieu dit Brive, où anciennement aurait existé un pont sur la Bienne.

Comme celles que l'on rencontre dans toute la Gaule, cette pointe de lance a la lame en forme de feuille de saule renforcée par une côte médiane qui n'est que la continuation du relief de la douille dont le diamètre inférieur est de deux centimètres.

Le cran transversal quelle porte sur ses parois était destiné à recevoir le clou qui rivait l'armure à sa hampe.

Qui nous dira depuis combien de siècles le sol séquanais la récelait dans son sein?

Qui nous redira le nom du guerrier qui la perdit en cet endroit?

Toutefois, comme vestiges de l'âge du bronze, la lance est peut-être celui que l'on rencontre en plus petit nombre.

C'est ce que l'on avait déjà remarqué dans les fouilles de Mycènes, où Schliemann n'a trouvé que des armes de bronze.

Il en est de même en France, dans la plupart des cas: ainsi la

cachette de Fouilly (Oise, 1881) a donné plus de cent objets en bronze parmi lesquels, une seule pointe de lance entière.

La cachette de bronze découverte à Sucy-en-Brie (1882) ne renfermait que deux pointes de lance, sur vingt-deux haches à talons et autres instruments en bronze.

Plus récemment une lance en bronze au contact d'un poignard, a été recueillie dans le tumulus de Saint-Jean-de-Brévelay (Morbihan, 1885).

Dans une étude du genre de celle-ci, nous devions surtout chercher des termes de comparaison dans la partie de l'ancienne Séquanie où a été faite la trouvaille qui nous occupe.

Mais dans cette contrée restée si isolée du reste de la Franche-Comté, il ne fallait pas y songer : (livres, musées, moyens d'émulation, tout y fait défaut.)

Au reste pour les écrivains de ce pays, il semble que ce coin pourtant si intéressant de l'ancienne Gaule n'ai jamais compté et valu la peine d'être étudié au point de vue de l'Antiquité.

Fort heureusement qu'il n'en est point ainsi au chef-lieu du département d'où l'aimable conservateur nous a écrit : « Parmi les 1815 objets trouvés à Larnaud en 1865, il se trouvait 54 pointes de lance analogues à celles dont vous nous envoyez le croquis ».

Elle présente encore l'analogie de deux autres grandes pointes de lance de notre Musée, et provenant de Dompierre et de Charbonnay (Jura).

On le voit, la cachette de Larnaud semble, par sa richesse, faire exception aux cachettes précitées, et la fonderie de l'ancien pays des Séquanes, dont les trouvailles de Larnaud semblent être venues nous déceler l'emplacement paraîtrait aussi avoir fourni cette arme aux diverses tribus de cet ancien clan gaulois.

Et maintenant si, pour conclure, nous nous en rapportons à la classification de M. G. de Mortillet l'on voit que notre pointe de lance appartiendrait à l'époque du bronze dite Larnaudienne.

En cela, le savant et regretté professeur de l'École d'anthropologie se trouve parfaitement d'accord avec John Evans.

On sait que le fameux palethonlogue anglais qui divise l'âge du bronze en trois époques, fait apparaître la véritable pointe de lance à douille durant la troisième et dernière phase.

Ce n'est point en vain que jadis les populations à l'humeur aventureuse de la Gaule eurent des relations avec les Grecs. L'on sait par exemple que les statères de la puissante confédération des Arvernes

avaient conservé quelque chose de l'élégance des statères macédonniens.

De même, en étudiant de bien près la pointe de lance de Lizon, près de Lavans, on trouve qu'elle a l'élégante sveltesse des lances grecques de forme allongée, trouvées à Mycènes.

N.-B. — Grâce aux précieux encouragements que nous a accordés l'AFAS, voilà une commune, hier sans archives, qui peut aujourd'hui se vanter d'en posséder de bien anciennes :

Silex taillés de l'époque Néolithique, tête de lance de la fin de l'âge du bronze, deux grandes épingles de l'époque Hallstatienne première du fer, tous objets présentés aux Congrès de Saint-Étienne et de Nantes et qui figureront désormais à la mairie de Lavans.

M. Léon MOREL

Archéologue, Président de l'Académie nationale de Reims

DE LA RARETÉ DES BIJOUX D'OR DANS LES NÉCROPOLES DE LA MARNE [517.7]

— Séance du 5 aout —

A propos des découvertes faites dans une sépulture à Mesnil-les-Hurlus (Marne), je crois devoir vous signaler l'objet principal et des plus importants, un anneau en or pâle et lisse, recueilli au doigt de l'inhumée.

Il est tout simple, sans ornement, ne pèse que 2 gr. 11 cent. et ressemble à nos petits anneaux de rideaux. Une main de femme seule pouvait le porter à l'annulaire. Nous pensons que c'est la première fois qu'un anneau d'or se rencontre au doigt d'une femme dans les nécropoles marniennes de la période gauloise. Depuis 1862 que nous les explorons, et bien que nous ayons eu assez de chance dans nos recherches, c'est seulement la 4e fois que des bijoux d'or entrent dans nos collections.

La sépulture à char de Sommebionne nous avait donné l'anneau d'or du guerrier et le bandeau d'or de l'œnochoé ; le cimetière de Marson, une paire de boucles d'oreilles ; celui de Wargemoulin une paire de fibules rondes, ornées de perles de corail, dont une seule bien conservée.

Si nous jetons un coup d'œil sur le catalogue du musée de Saint-Germain, à part le riche butin des sépultures à char de Berru et de Sommetourbe, nous voyons qu'en fait de bijoux d'or, notre Musée des Antiquités nationales n'est guère mieux favorisé que nous. Et cependant notre département est celui qui, depuis trente ans a révélé le plus grand nombre de tombes gauloises antérieures à la conquête romaine. A quoi doit-on attribuer une pareille pénurie de bijoux d'or, alors que l'histoire nous montre nos aïeux si riches, si prodigues et si désintéressés ? Comment se fait-il que sur plus de 50 sépultures à char mises au jour jusqu'ici dans notre département, on n'en ait trouvé que trois intactes, celles de Berru, Sommebionne et Sommetourbe, et que personne, jusqu'ici, n'ait encore mis la main sur la tombe d'un chef au collier d'or ?

La réponse est facile à faire, pour peu qu'on connaisse les fouilles archéologiques. Sur 100 tombes de la Marne, généralement, dans les grandes agglomérations, on en trouve à peine 35 intactes ; les autres ont été l'objet d'une violation de sépulture, et les spoliateurs ne visitaient que la partie supérieure de la fosse, où ils étaient sûrs de trouver, du côté de la tête, les torques, les boucles d'oreilles, les fibules et les bagues en or ; l'autre moitié, du côté des pieds, n'était jamais visitée : c'est ce qui explique l'abondance relative des vases dans les sépultures marniennes. A cette règle, il y a évidemment des exceptions comme cela nous est arrivé à Somsois en 1862, où toutes les tombes étaient intactes.

Maintenant à quels peuples peut-on attribuer toutes les violations des sépultures gauloises de nos contrées ? Ce n'est certainement pas aux Romains qu'il faut songer ; il avaient assez à faire pour maintenir sous leur soumission nos fiers aïeux, pour s'efforcer de les corrompre par de riches présents, témoins ces statues colossales en bronze doré dont nous avons recueilli un précieux débris à Reims, et que chacun a admiré au Trocadéro en 1878.

Nous pensons que ce sont les Francs qui ont commis ces profanations. A leur arrivée, le souvenir des Gaulois indépendants était encore vivace, on respectait les contrées qui abritaient leurs tombeaux ; tantôt c'étaient les tumulus qui attiraient les regards, ou bien les enceintes sacrées d'où s'élevait une végétation luxuriante que la cognée avait

toujours respectée. Ils n'avaient que l'embarras du choix. C'est donc à la rapacité de ces barbares d'Outre-Rhin que nous devons attribuer aujourd'hui la rareté des bijoux d'or, dans les sépultures gauloises de la Marne.

M. Léon MOREL

Archéologue, Président de l'Académie nationale de Reims

NOTE SUR QUELQUES TORQUES PORTANT COMME DÉCORATIONS DES FIGURES D'HOMMES OU D'ANIMAUX [571.7]

— Séance du 5 août —

On sait que les Gaulois étaient très sobres dans la représentation de la figure humaine; à l'origine, leur art ne semble pas comporter ce genre de décoration.

Cependant dans les nombreuses fouilles qui ont été faites en Champagne, cette terre classique qui rappelle les plus anciens temps de notre existence nationale, et d'où sont sorties tant de merveilles de cette époque primitive, on a trouvé des épées, des torques, des agrafes de ceintures, qui portent des têtes humaines ou des figures d'animaux comme motifs de décorations.

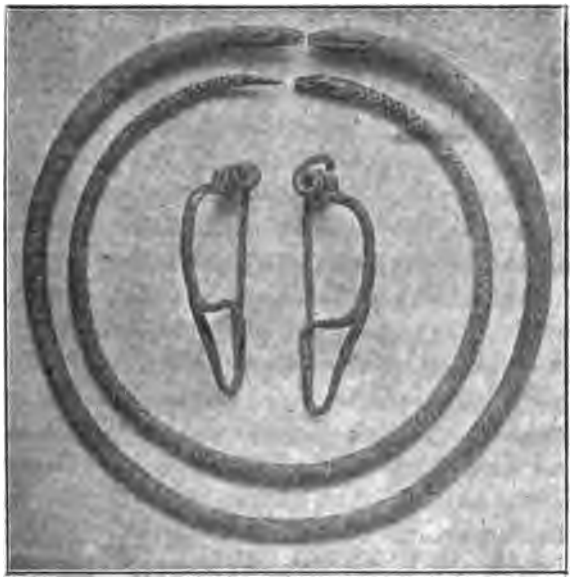
Les objets de l'espèce, dont nous allons donner la description, sont tirés de nos collections.

Les Torques étaient l'ornement national par excellence. Les Gaulois étaient fiers de les porter.

Les discussions qui ont eu lieu dans ces derniers temps à ce sujet, ont prouvé que, non seulement les hommes, mais aussi les femmes et les enfants, habitant la Champagne, en étaient parés, le plus souvent, en descendant dans la tombe.

Jusqu'ici on ne connaissait que quatre torques, ornés de têtes humaines, provenant exclusivement des sépultures de la Marne, ceux de Bussy-le-Château, d'Aulnizeux, de Cernay-les-Reims et enfin celui de Courtisols, trouvé par nous en 1879.

Aujourd'hui nous en signalons un cinquième, que nous avons acquis à Paris, et qui, cette fois, provient d'Avant-Fontenay dans le département de l'Aube. Ce torque mesure 0m120m/m de diamètre, et il est décoré de 6 têtes humaines. Il présente une particularité que nous n'avions pas encore remarquée; c'est que les dessins ont été exécutés de façon à n'être vus que sur une seule face, celle qui était visible lorsqu'on le portait au cou. En sorte que la partie cachée, restée entièrement lisse, ne pouvait blesser la personne qui le portait.



Torques et fibules en bronze, 1/3.

Une belle patine le recouvre entièrement; mais des fragments d'étoffe ou autres matières, unis à l'oxyde, ternissent un tiers de sa surface et cachent actuellement les dessins et deux des têtes humaines comprises dans cette partie.

Le 6e torque, dont nous allons parler, est aussi fort remarquable. C'est une rareté, et nous pourrions dire une nouveauté, puisque c'est le seul connu de son espèce. Au lieu de têtes humaines, ce sont des ;es de chevaux affrontées qui le décorent. Il ne vient pas de la Champgne, comme les autres, mais de Vieil-Toulouse où quelque guerrier ›lke, au retour d'une expédition heureuse, l'aura sans doute lancé .ns un des étangs sacrés en guise d'hommage à la divinité locale. 'histoire du pays ne nous enseigne-t-elle pas que, justement là ;ent des trésors enfouis de cette façon par nos redoutables gaulois ·i sont allés faire le sac de Rome et piller le temple de Delphes.

Le seul ornement des têtes de chevaux consiste en une sorte de tétière, à dessins quadrillés, qui comprime les deux oreilles et les tient abaissées. Le corps du torque n'est pas arrondi, comme ceux de la Champagne, mais il est creusé de rainures longitudinales en forme de cannelures.

Nous avions remarqué ce torque dès notre arrivée en Provence, dans la collection de M. Raspail, ancien député de Vaucluse, qui a bien voulu nous le céder en échange d'autres antiquités. Nous tenions à l'avoir, car il n'en existe aucun dans les musées publics de la contrée, à Avignon, Arles, Nîmes, Aix, Montpellier, Carpentras. Nous avons de suite consulté M. Alexandre Bertrand qui a bien voulu nous répondre immédiatement que le Musée de Saint-Germain non seulement n'en possédait pas de semblables, mais qu'à sa connaissance, il n'y en avait pas d'autres à l'étranger.

Aussi, c'est avec une véritable satisfaction que nous l'avons mis, dans nos collections, à la place d'honneur, au milieu des 130 autres torques gaulois que nous possédions déjà, et trouvés presque tous par nous, en Champagne, depuis 35 ans.

Enfin, nous croyons devoir attirer également l'attention sur deux torques nouveaux que nous croyons inédits; dans le plus grand chaque extrémité se trouve terminée par une tête de serpent; le plus petit, au contraire, figure un serpent enroulé qui cherche à mordre sa queue. Il rappelle le symbole égyptien peignant l'Éternité. Nous en avons fait l'acquisition chez un marchand d'antiquités de Reims qui nous a affirmé les tenir d'une personne des environs, laquelle a jugé prudent de n'en pas révéler l'origine. Quoi qu'il en soit, ces torques sont d'un type nouveau: c'est à ce titre surtout que nous vous les signalons.

M. le Dr BERTHOLON
à Tunis

NOTICE SUR LES ORIGINES DES BERBÈRES DE SOUCHE EUROPÉENNE (572-73)

— Séance du 5 août —

Les races berbères se composent de diverses couches de population qui se sont superposées les unes aux autres. Les anthropologistes ont surtout porté leurs investigations sur la race à tête longue, à face généralement dysharmonique, dont Cro-Magnon, l'Homme mort, Beaumes-Chaudes, etc., représentent les principaux types.

Je n'insisterai pas sur ce groupe déjà beaucoup étudié et suffisamment connu. Mes recherches se sont plus particulièrement portées ces dernières années sur les berbères de souche européenne. Par ce nom, je fais allusion surtout aux brachycéphales et aux blonds. Les caractères anthropologiques de ces deux principales races qui peuplent l'Europe sont suffisamment connus. Inutile de les rappeler chez leurs parents de Berbérie. Je me contenterai d'ajouter que certains groupes décrits par M. Collignon sous le nom de type brun dolichocéphale leptorrhinien [1] et par M. Bory Saint-Vincent sous celui de race atlantique, présentent, à part la couleur, tous les caractères de la grande race blondo-dolichocéphale. Même taille élevée, même ossature puissante, mêmes orbites larges, nez étroit, face allongée. La peau est moins bistre que chez les vrais bruns, souvent elle est rouge et couverte de taches de rousseurs. Parfois des poils blonds de la barbe, de la moustache ou même des cheveux rappellent la couleur ancestrale. Les yeux sont assez souvent clairs, bleus même. Leur teinte la plus fréquente est verte ce qui me paraît un mélange du brun et du bleu. Il est d'observation que quelques tribus persécutées par leurs voisins, comme par exemple les Djoualas de la province de Constantine décrits

1. Collignon. Etude sur l'ethnographie générale de la Tunisie. Bull. de géog. descriptive, 1887, p. 281.

par M. Sergent, étaient restées blondes[1]. La paix imposée par la domination française les a amenées à se croiser avec des tribus foncées du voisinage, et ces gens ont pris les caractères de la race atlantique. En Afrique, chez les Européens où des croisements ont lieu entre français du nord et populations brunes de la Méditerranée, nous voyons journellement ce type se former sous nos yeux. La race atlantique paraît donc être le produit fixe d'un croisement de blonds avec des populations dolichocéphales brunes.

D'où provenait l'ensemble de ces Européens ? Les auteurs, parmi eux le général Faidherbe, M. Topinard, Broca et Tissot, les font passer par l'Espagne et l'Italie. Cet itinéraire semble logique. On n'a pas manqué de comparer les Megalithes d'Afrique avec les monuments semblables d'Europe. Les Kabyles ont été rapprochés des Bretons. J'ai cru relever dans la sépulture, le costume, la linguistique, etc., des anciens berbères beaucoup d'indices, qui feraient penser à une colonisation provenant plutôt de la mer Egée que de l'Europe occidentale. Ce serait en contradiction avec l'opinion courante.

Il était nécessaire de rechercher si dans les documents antiques, il n'était fait aucune allusion à ces émigrations. J'ai donc passé en revue les documents égyptiens, les documents grecs, les documents sémitiques. Ces trois sources de renseignements viennent se compléter pour rendre indubitable l'histoire d'un peuplement égéen de l'Afrique du Nord.

L'Egypte parle de plusieurs invasions faites par les Européens et les Libyens. Les Tamahou, Tahennou, etc., ont été dessinés par les artistes égyptiens. Ils représentent des types européens, et plus spécialement des blonds aux yeux bleus. Les documents de cette provenance sont trop connus pour que j'y insiste.

Je parlerai davantage des mythes grecs. En effet, on n'a pas assez signalé, que je sache, la fréquence des mythes ayant trait à la Libye. On n'a pas analysé leur contenu, dans le sens historique. Or, les mythes sont l'histoire de ces temps reculés. On attribuait à un héros eponyme les grands événements auxquels la tribu s'était trouvée mêlée. L'imagination des conteurs ajoutait aux détails de nouveaux faits merveilleux : et les rendait parfois difficilement reconnaissables.

Il est une observation à faire, c'est que la plus grande partie des mythes antérieurs à la guerre de Troie se passent en Libye. Quelques héros, après cette guerre, viennent encore dans ce dernier pays. Je ne referai pas l'analyse de ces mythes. J'en ai commencé la publication

1. Bulletin Soc. Anth. Paris, 1870, p. 55.

dans la *Revue Tunisienne*[1]. Une synthèse de ces documents permettra de mieux suivre l'histoire de cette Colonisation antique. Les recherches anthropologiques pourront par suite se faire sur une base beaucoup plus sûre que par le passé.

En groupant nos documents par dates, nous croyons pouvoir les subdiviser en trois périodes chronologiques.

1° Période primitive (3,300 à 2.000 ans avant notre ère). Deux mythes la rappellent : celui d'Atlas établi à l'occident, c'est-à-dire en Maurétanie, celui de Saturne ou Chronos, qui régnait aussi sur l'Italie, en Crète, et sur la partie orientale du Nord. Saturne, dieu national des premiers peuples de l'Italie, pourrait indiquer un courant migratoire venu par ce côté. Les noms de Ligyes et de Libyes, qui sont phonétiquement identiques, ceux de Sicules, peut-être de Sardiniens, de Dauniens pourraient se rapporter à ce mouvement migratoire.

Les curieuses découvertes de Flinders Petrie à Negada en Thébaïde, lui ont permis de fixer approximativement les dates des restes de la « Nouvelle race » entre 3.300 et 3.000 ans avant notre ère[2].

Le règne de Saturne peut aussi se référer à l'invasion des Pasteurs ou Hycsos, qui renversèrent la XVe dynastie. La masse d'entre eux était égéenne. Leurs conquêtes furent poussées à l'ouest des frontières d'Egypte, peut-être jusqu'à l'Océan. Leur dieu national portait le nom de Set ou de Setoukh, noms qui ressemblent d'une façon frappante à celui de Saturne. Beaucoup d'auteurs font dériver ce dernier mot d'une raime *sat*, semer. Cette identité de nom a pu donner lieu à la légende arrangée plus tard, du règne de Saturne en Egypte.

Quoi qu'il en soit, la ressemblance frappante des usages des libyens étudiés à Nagada et Ballas avec les Amorites d'une part, les Kabyles d'autre part, montre, dès cette époque, une continuité de colonisation occupant toute la rive méridionale de la Méditerranée. Or, les documents Egyptiens figurent les Amorites comme des populations blondes au cachet européen. Ils parlaient un dialecte aryen d'après Sayce[3].

Le chapitre ethnographique de la Genèse est aussi intéressant à consulter sous ce rapport. Les Pelischthim ou Philistins, les Crétois ou Kaphtorim, les Lehabim ou Libyens sont parents, ils descendent de Mizraïms fils de Ham.

Des traditions berbères recueillies par Procope font venir de Judée une partie des ancêtres des Libyens[4]. Les auteurs arabes tels qu'Edrisi

1. 1897-1898. Numéros d'octobre, janvier, avril, juillet.
2. Naquada and Ballas by Flinders Petrie and Quibel, p. 61.
3. Sayce Academy. 1891. I et II.
4. Procope. Guerre Vandale. II. 10. Edition Dindorf-Teübner. Bonn. T. I. p. 449.

et le Cheikh Tijani, la reproduisent en la modernisant. Ils font de Goliath tué par David, un chef de la tribu berbère des Nefzaoua[1].

Les grecs connurent aussi l'invasion de Libyens en Afrique. Ils résumèrent cet événement par le mythe d'Io, fille d'Inachos. Celle-ci, débarquée en Afrique, y accoucha d'Epaphos, père de Libyé. Autant qu'on puisse rajeunir le récit grec, il n'en remonte pas moins à environ 1.700 avant notre ère.

IIe *Période*. (2,000 à 1,500 ans, avant notre ère). Vers cette époque, un événement mal connu, peut-être les débuts de la conquête scythique déplaça vers le sud de nombreuses peuplades voisines du Pont-Euxin. Ces peuplades formant la race Thrace, portaient les noms de Cimmériens chez les grecs, Gomer chez les sémites. Ces noms persistent encore chez certaines tribus berbères portant les noms de Gomera. Gomeracen, Ghoumir, etc. L'île de Carcinitis sur la côte tunisienne, rappelle encore la Carcinitis de la Crimée, de même que le nom relativement récent de Gétules (fils des Gètes) pourrait bien rappeler celui des Gètes de Thrace.

Les mythes grecs ont conservé les souvenirs de cette invasion par les légendes des Amazones. Ce nom, par suite de particularités de mœurs, dont le matriarcat, encore usité chez quelques berbères (ouled Naïl), est devenu synonime de peuple de femmes. Il paraît n'être autre chose que le nom national de ces émigrants, dont les étapes sont jalonnées par les colonies qu'ils ont laissées sur leur parcours. Ces colonies sont la Mésie, vers le Danube, la Mysie, qui fut à une période le nom de l'Asie Mineure presque entière, les Mashaouasha antiques, conquérants de l'Egypte, les Maxyes peuple libyen d'origine troyenne selon Hérodote, les Mazices de Maurétanie, les Mazigh ou Amazigh, nom que se donnent les berbères actuels.

Cette seconde colonisation s'étendit sur toute l'Afrique Mineure. Diodore, qui écrivait, d'après les livres, aujourd'hui perdus, de Dionysios, représente les Amazones comme renversant l'empire des Atlantes, c'est-à-dire des premières couches de populations immigrées sous les noms d'Atlas et de Saturne. Ce dernier fut aussi dépossédé par Dionysos ou Bacchus, le dieu des Thraces et des Amazones. Il dut abandonner l'empire de la Libye.

Un autre mythe grec corrobore celui des Amazones. C'est celui de Perseus. Ce héros descend de Danaos, lequel est lui-même un libyen par sa grand'mère Libyé. On le fait partir de l'Argolide. Ses aventures sont celles des Amazones. Ce serait un doublet rajeuni des aventures de ces guerrières. Comme elles, il combat les Gorgones, puis pousse

1. Voyage du Cheikh El Tidjani, p. 82. Trad. Rousseau, 1853. p. 136.

ses conquêtes jusqu'à l'Océan et soumet l'empire d'Atlas. Athena qui dirigeait les Amazones, l'assiste aussi dans ses combats.

L'Égypte permet par ses inscriptions de contrôler les légendes de la Grèce. Dès les débuts de la XVIIIe dynastie, c'est-à-dire environ 1,700 ans avant notre ère, il est parlé de Tahennou ou peuples au teint clair. Ce nom n'est pas éloigné de celui des Danaou, qui est employé aussi quelquefois. Il se rapproche aussi du mot par lequel les habitants des bords du Pont-Euxin désignaient leurs rivières, conme nous le savons par le Tanaïs, le Danapris, le Danaster, le Donau ou Danube, la Duna (Russie), le Donetz, etc., et aussi par le mot libyen Tana signifiant rivière, que les anciens auteurs ont conservé (Tissot. T. I. p. 516). On connaît aussi les Mashaouashas, que l'on peut assimiler aux Meschech du chapitre ethnographique de la Genèse.

IIIe *Période*. (1.500 à 1.000 ans avant notre ère). La XVIIIe dynastie égyptienne avait été conquérante. Une stèle trouvée à Cherchel tend à prouver que la puissance de Thotmès III s'était fait sentir au moins jusqu'à ce point. A la fin de cette dynastie et sous la XIXe dynastie les forces de l'Égypte faiblirent. Les vaincus se soulevèrent. Ils refoulèrent leurs conquérants jusque dans leurs anciennes frontières. Puis appellant des tribus sœurs restées en Europe ou en Asie-Mineure, ils tentèrent de s'emparer du colosse Égyptien. Avec cette décadence coïncide le grand développement de la civilisation Égéenne, le moment était donc bien choisi.

Les mythes grecs sur la Libye ont presque tous trait à cette période remarquable. Ils se relient fort bien aux récits égyptiens. Ces derniers montrent les Mashouashas (ou Amazones) et les Lebou (ou Atlantes) comme formant la masse des principales coalitions. Par Diodore, nous savons que les Amazones guidées par Myrina, leur reine firent la conquête de l'Égypte. Platon nous a conservé le récit des attaques de ce même pays par les Atlantes. D'après les personnages énumérés par le philosophe grec, les événements se seraient passé entre les années 1590 et 1233. Il y a concordance entre ces dates et celles des documents Égyptiens. Le mythe de Danaos voulant détrôner son frère Égyptos, est également un souvenir d'une de ces invasions. Danaos est un Libyen. Battu, il est refoulé d'Égypte. Il se réfugie en Argolide, pays de ses ancêtres. C'est de là qu'était parti Io, dont il descendait. Les campagnes de Ménélaos et d'Odysseus sur les bords du fleuve Égyptos, rappellent dans l'Odyssée une de ces tentatives des tribus égéennes contre l'Égypte. Justin en rapportant que le Scythe Tanaus conquit ce pays, fait allusion à ces mêmes événements, en attribuant le premier rôle aux peuplades que nous avons constaté être

venues du Pont-Euxin. Le mythe de Danaos se passa d'après Castor en 1396. Or, on a calculé, d'après les textes égyptiens, que la grande invasion de Mermaïou eut lieu précisément vers cette époque.

A cette date, ou soixante ans plus tard, selon la chronique d'Eusèbe des colons provenant de Thessalie débarquèrent en Afrique. Le mythe de Cyrène représente cette migration plutôt comme pacifique. Les nouveaux arrivés durent assister les anciens colons contre l'Egypte. Dans la seconde confédération qui marcha contre ce dernier pays, les Akaousha, probablement les Achéens de Thessalie, subirent avec les Lebou (Libyens, Atlantes) le choc le plus violent, 6,111 de leurs guerriers, presque autant que les Libyens restèrent parmi les morts.

Des Tourshas ou Tyrsènes combattaient aux côtés des Achéens. Ce peuple était en pleine migration. C'est même lui qui aurait pris l'initiative de cette guerre de conquêtes. Chaque guerrier Toursha avait amené avec lui femmes et enfants. Dans les guerres postérieures, les Tourshas disparaissent. On ne voit plus paraître que quelques-uns de leurs contingents. Le gros de la nation s'est fixé à quelque endroit. Où ? Les documents sémitiques nous le disent. Ils parlent, en effet, du pays de Tarschich, pays puissant et riche. Or la version des Septantes traduit ce nom par Karkedon. Ce pays des Tyrsènes était donc le territoire occupé dans la suite par Carthage. Les auteurs arabes précisent davantage. El Kerouani dit : « Les géographes arabes assurent que Tunis portait anciennement le nom de Tarchich[1]. El Bekri donne le même renseignement[2]. Les israélites tunisiens contemporains emploient encore ce mot pour désigner Tunis. Cette ville aurait donc été fondée au XIVe siècle avant notre ère, peut-être en 1396.

Cette ville dans les mythes grecs, était la Nysa de Dionysos, la capitale des Amazones. Elle porte encore ce nom Tunis. Τή-νυσα, par soudure de l'adjectif au substantif. Dans cette hypothèse le lac mythique de Triton serait le lac de Tunis, et le grand fleuve Triton, la Medjerda. Hérodote place sur ses bords les Auses, tribu probablement Tyrsène, comme les Ausones de l'Italie, les Machlyes et plus loin les Maxyes. Ces deux appellations semblent être deux variantes du même nom. Comme nous l'avons vu, ces dernières seraient venues de Troie. Ce serait une tribu Thraco-phrygienne. Plus au sud, les Gyzantes, blonds et de haute taille, d'après Scylax, rappellent aussi le nom d'une tribu Thrace de la rive européenne du Bosphore, tandis qu'Adrymétum port de la Zengitane rappelle de son côté Adramyttium sur la

1. El Kerouani. Histoire de l'Afrique. Traduct. Pelissier et Remusat. L. I. p. 2.
2. El Bekri. Description de l'Afrique. Trad. de Slave.

rive Asiatique de ce détroit. En poussant plus au sud, Gergis, vers l'île de Meninx, est un nom porté par une localité voisine de Troie.

Nous paraissons donc être en pleine Phrygie, quoique sur le sol d'Afrique. Les documents sémitiques nous apprennent que nous nous y trouvons plus encore qu'on ne peut le soupçonner. « Le Midrasch et les Targoumins, dit Fr. Lenormant, traduisent le nom de la race de Gomer par Aphriga, ce qui ne veut pas dire l'Afrique, mais désigne sûrement un pays d'Asie[1] ». Ce pays est la Phrygie. Or, la presqu'île du Cap Bon et les territoires adjacents sont encore appelés aujourd'hui par les musulmans Friguia, la Phrygie. Ce nom était celui du territoire conquis par les Romains sur Carthage. Il s'est prononcé Africa par soudure de l'Article au substantif. Il est devenu le nom de tout un continent. Il est inutile de s'étonner de trouver dans cette Phrygia des noms tels que Neapolis, Megalopolis, Carpis, Corobis, Latomiæ, Aphrodisium, etc. Les phrygiens, comme les Thourshas, comme les Ausones, comme les Maxyes, comme les Gyzantes, pour ne citer que les plus importants ne pouvaient parler qu'une langue très voisine du grec et d'origine aryenne.

Nous avons vu d'où viennent les noms de Mazices d'Afrique, les mêmes documents nous expliquent ceux de Berbères. Chez les Semites, Barbaryâh désignait le peuple Phrygien. Barbaria et Barbarus, à l'époque impériale s'appliquaient au même peuple. Horace emploie barbarum pour désigner le mode Phrygien. Comment s'étonner que le nom de Barbari, synonime de Phrygiens, ait été employé avec le même sens dans leur plus importante colonie; il est inutile d'expliquer les noms de Numides et de Maures donnés par les Européens aux populations nomades et aux tribus à peau brune de l'Ouest.

La migration de Tyrsenos partie de Smyrne racontée par Hérodote, les aventures d'Odysseus combattant sur le Nil, puis allant séjourner chez les Lotophages et aux îles de la Mer Ausonienne, la légende des Compagnons d'Hercule de Salluste sont trois récits qui rappellent cette migration phrygienne en Afrique. Cette colonie essaima à son tour en Europe, et fonda l'empire étrusque.

Quelques noms rappellent en Afrique le nom des Etrusques. Tel est le fleuve Tusca (Kroumirie actuelle). Ibn Khaldoun attribue comme ancêtre mythique aux Senadja, aux Lemta, aux Haoura, une femme nommée Touska. Cette femme aurait épousé en secondes noces Aourigh (Aphryg). Edrisi donne à cette femme le nom de Taskaï, mot qui rappelle l'Ascanie, (précédé de l'article) ou la Toscane.

Des Cariens et des Teucriens paraissent avoir colonisé le Sud de la

1. Lenormant. Les origines de l'histoire. T. II p. 382-383.

Tunisie actuelle. Un fleuve Akerit au Nord de Gabès, une tribu des Accara au sud de ce point, rappellent la présence des Cariens. Une ville de Teucheira, les noms de Zougar (Ptol. IV. 3. 40), de Zeugis (Ptol. IV. 5. 4), de Zygrite (Ptol. IV. 5. 22), peut-être de Zeugi, peuvent être rapportés à la forme grec de Teucer, Teucri, à la forme Egyptienne Tsakaro. Les noms de Meninx (île de Men), de Mengere (Men de Car) Menegessen, etc., rappellent le culte spécial de ce peuple.

On peut rappeler aussi qu'il y avait en Afrique, une ville de Locres, des Dolopes, des Eropœi, comme en Béotie et en Illyrie. Il y avait aussi des Myceni (Ptol). des Dryites (Ptol), des Elaions, des Iontii (Ptol) ; or ces noms diffèrent que par le finale de ceux des Mycéniens, des Dryopes, des Eléens, des Ioniens.

Les traditions grecques faisaient descendre les Garamantes des Garamas fils d'Acacallis, fille de Minos (Agroetas I. IV). Ce Garamas aurait été aussi l'ancêtre des Nasamons. Or Garamas, parait être le même personnage que le To-garmâh du chapitre ethnographique de la Genèse. Ce personnage y est donné comme l'ancêtre mythique des Arméniens. Ces rapprochements coïncident avec le récit de Salluste qui fait débarquer des Arméniens en Libye.

Nous avons esquissé à grands traits la colonisation européenne de la Libye septentrionale dans sa partie orientale ; mais cette colonisation avait été jusqu'aux rivages de l'océan. Pour ne nous en tenir qu'au littoral du Maroc actuel, afin d'abréger cet exposé déjà long, nous releverons seulement quelques noms. Le périple d'Hannon mentionne sur cette côte une ville appelée, le rempart Carien (Periple 5), connu aussi par Ephore et par Stephane de Byzance. Une ville plus loin, se nommait Arambys ou Karambys. Ce nom rappelle un promontoire du Pont, ou Karambis, ville de Paphlagonie, mentionnée dans le périple de Scylax (90). Ce mot, remarquons-le en passant, peut se décomposer ainsi Kar-Ambys.

Ptolémée place dans cette région, près de Gétules et des Autolales, une tribu de Mausoles (IV. 6). Or, d'après Stephane de Byzance, Mausole est un synonime de Cariens. Tout au voisinage de ces Mausoles, est un mont Mandros. Ce nom, d'après Letronne est une caractéristique des pays Cariens. En effet, Mandros était une des divinités de ce peuple. Le promontoire Solleis non loin de là, reproduit le nom des fleuves Selleis de Troade (Iliade II. 659) ou de l'Élide (Strabon L. 7.). Un étang signalé à peu de distance portait le nom de Mysocaras (Lac Myso-carien). Nous ne pouvons omettre les noms de la ville et du fleuve de Lixus ou Loukos, ou des Lixites, dénominations qui rappellent la présence des Lyciens. Enfin, si on descend vers le Sud, on trouve

après ces Lixites, des Daradai, vers l'oued, Draa actuel. Leurs descendants modernes ont le teint et parfois les cheveux assez clairs. Or des Daradai s'étaient aussi avancés jadis avec les Arméniens, les Mèdes et les Perses sur les rives de l'Araxe. Ce rapprochement nous ramène ecore au récit de Salluste sur le peuplement de l'Afrique par les Compagnons d'Hercule.

En résumé, depuis les temps les plus reculés, des tribus ont sans cesse passé d'Europe dans le nord de l'Afrique qu'elles ont colonisé. Les premières tribus peuvent être arrivées surtout par la presqu'île italique ; elle se relient peut-être aux peuples connus plus tard sous les noms de Ligures, de Sicules, etc.

Les tribus venues après, paraissent provenir des populations qui ont les noms de Cimmériens, d'Amazones, de Thraco-phrygiens, Cariens, Teucriens, etc., ont joué à une époque un rôle considérable dans la mer Egée, et ont peuplé ensuite tout le Nord de l'Afrique.

M. le Dr SPALIKOWSKI
à Petit-Couronne (Seine-Inférieure)

CINQ ANS DE RECHERCHES ANTHROPOLOGIQUES EN NORMANDIE

[573.6 (44.2)]

— *Séance du 5 aout* —

Une des provinces les plus intéressantes a parcourir pour l'anthropologiste est certainement la Normandie, qu'on à quelque peu délaissée malgré les travaux de Beddoe, Lagneau, R. Collignon et A. Chervin.

C'est pourquoi profitant de l'occasion qui m'était offerte d'utiliser mes études antérieures, je me suis adonné, avec passion, depuis cinq ans, à l'examen des caractères anthropologiques des races normandes contemporaines.

C'est donc le résumé de mes travaux que j'ai l'honneur de soumettre aux membres de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences.

* * *

J'ai déjà, dans mes *Études d'anthropologie normande*, dont les trois premiers fascicules sont parus, exposé la situation de l'enfant en Normandie, mais, c'est principalement de l'adulte dont je veux parler aujourd'hui.

Je passerai successivement en revue la coloration des yeux et des cheveux, la taille, les indices et je terminerai par quelques mots sur la pathologie normande.

Les yeux bleus clairs sont certainement les plus communs ; on les trouve à peu près également répartis dans tous les arrondissements comme le montrent les tableaux que j'ai dressés ailleurs[1]. Quant aux yeux intermédiaires, ils rentrent dans la proportion de 30 à 34 %, tandis que les yeux bruns ne s'y montrent que dans la proportion de 16 à 24 %. Les yeux intermédiaires sont faciles à rencontrer dans les grands centres indiquant par là même un plus grand mélange de races, exemple : Rouen 62 %, Dieppe 64 %, le Havre 61 % tandis que Saint-Lô et Coutances n'en présentent que 30 %. Les yeux bruns sont disséminés un peu partout.

Les cheveux blonds sont les plus fréquents dans la Manche et dans l'Orne, les bruns sont cantonnés plus particulièrement dans la Seine-Inférieure et l'Eure. Les cheveux roux, très rares en Normandie, (5 % au maximum) se trouvent principalement aux environs de Cherbourg. Enfin, les cheveux noirs ne sont qu'une exception.

* * *

La taille a été maintes et maintes fois examinée grâce aux rapports des médecins des conseils de révision. J'avoue que ce serait une mauvaise manière de procéder que de s'en rapporter entièrement à leurs tableaux car, en effet, en les analysant minutieusement, on y rencontre des individus issus de parents étrangers et domiciliés en Normandie et qu'il faut forcément écarter dans le pourcentage final. Mieux vaut donc procéder soi-même à la mensuration des sujets dont on connaît exactement l'origine. Je ne peux oublier de mentionner ici les patients travaux du Docteur A. Chervin que j'ai mis maintes fois à contribution et qui resteront certainement comme documents précis et consciencieux.

Je vais examiner chaque département avec quelques détails :

1. Pour plus de détails, voyez un ouvrage « *Anthropologie normande contemporaine* » en cours de publication dans les « *Archives provinciales des Sciences.* »

Seine-Inférieure

Taille des conscrits mesurés	Sur 1.000 conscrits mesurés combien de chaque taille
Moins de 1m560	121.9
De 1m560 à 1m569	12.6
De 1m570 à 1m597	98 »
De 1m598 à 1m624	153.7
De 1m625 à 1m651	189.5
De 1m652 à 1m678	135.2
De 1m679 à 1m705	139.3
De 1m706 à 1m732	84.8
De 1m733 à 1m760	42.4
De 1m761 à 1m787	13.7
De 1m788 à 1m814	6.4
Au-dessus	2.5

Eure

Taille	Sur 1.000
Moins de 1m560	101.2
De 1m560 à 1m569	20.4
De 1m570 à 1m597	98.1
De 1m598 à 1m624	154 »
De 1m625 à 1m651	170.2
De 1m652 à 1m678	134.2
De 1m679 à 1m705	134.1
De 1m706 à 1m732	75.2
De 1m733 à 1m760	38.2
De 1m761 à 1m787	9.9

Calvados

Taille	Sur 1.000
Moins de 1m560	90.1
De 1m561 à 1m569	30.2
De 1m570 à 1m597	101 »
De 1m598 à 1m624	172.1
De 1m625 à 1m651	194.4
De 1m651 à 1m678	185.2
De 1m679 à 1m705	130.1
De 1m706 à 1m732	72.0
De 1m733 à 1m660	24.6
De 1m761 à 1m787	4.5

Manche

Taille	Sur 1.000
Moins de 1m560	87.2
De 1m561 à 1m569	40.1
De 1m570 à 1m597	110.1
De 1m598 à 1m624	163.1
De 1m625 à 1m651	189.1
De 1m652 à 1m678	199.2
De 1m679 à 1m705	130.1
De 1m706 à 1m732	64 »
De 1m733 à 1m760	21 2
De 1m761 à 1m787	6.0

Orne

Taille	Sur 1.000
Moins de 1m560	86.2
De 1m561 à 1m569	41.2
De 1m570 à 1m597	109.1
De 1m598 à 1m624	165.1
De 1m625 à 1m651	190.1
De 1m652 à 1m678	199.5
De 1m679 à 1m705	139.0
De 1m706 à 1m732	62.0
De 1m733 à 1m760	20.2
De 1m761 à 1m787	7.6

* * *

Si nous passons maintenant à la question des indices on sera fort étonné si j'avance qu'en Normandie, l'indice céphalique est à peu près homogène.

Comme règle générale, on peut dire que les Normands sont sous-brachycéphales et brachycéphales, c'est ce qui résulte des travaux du docteur Collignon et des miens. Cette brachycéphalie s'étend jusque dans la Sarthe, le Maine-et-Loire et la Loire-Inférieure. Sur deux points du littoral breton apparaissent les dolichocéphales. « Si nous continuons notre marche vers l'est, dit le docteur Collignon, de nouveau à hauteur de la baie de Saint-Michel, la brachycéphalie reprend le dessus pour former un nouveau centre très dense dans les arrondissements d'Avranches et de Mortain, c'est-à-dire dans cette partie montagneuse de la Manche, qu'on a parfois qualifié du nom très juste de Suisse Normande, et de là, se prolonger dans l'Orne à l'est et la Mayenne au sud. Au contraire, le nord du département et spécialement la presqu'île du Cottentin tendent de plus en plus vers la dolichocéphalie, avec des indices de 80, 81, 82.

Voici les chiffres obtenus par le Dr R. Collignon. »

Calvados	191 sujets	81.62
Eure	109 —	81.34
Manche	919 —	83.10
Orne	120 —	83.33
Seine-Inférieure	283 —	81.10

Voici les miens :

Calvados	101 sujets	81.58
Eure	214 —	81 24
Manche	112 —	83.00
Orne	97 —	83.40
Seine-Inférieure	179 —	81.20

On peut se rendre compte que s'il y a de légères divergences entre mes chiffres et ceux du Dr Collignon, en somme, les résultats sont absolument identiques.

Comparons plutôt.

	Collignon	Spalikowski
Calvados	81.62	81.58
Eure	81.34	81.24
Manche	83.10	83.00
Orne	83.33	83.40
Seine-Inférieure	81.10	81.20

* * *

Je ne puis entrer dans de plus grands détails sans craindre d'abuser de l'attention des membre du Congrès ; ce n'est qu'une simple esquisse. Pour le reste, je renvoie à mes *Études d'anthropologie normande* et à mon *Anthropologie normande contemporaine*, en cours de publication.

Je ne veux cependant pas omettre de parler de la dentition des Normands.

Dans un travail paru dans l'*Anthropologie* (N° 2, Tome VIII, mars avril 1897) sur les *Dents des Normands dans la préhistoire et à l'époque contemporaine*, j'ai tâché de condenser tout ce que nous connaissons sur ce sujet ; j'ai montré que depuis les âges de la pierre, les habitants des cinq provinces avaient toujours eu une mauvaise dentition et je signalais des maxillaires mérovingiens trouvés à Darome, près Rouen, dont les molaires étaient plates, les incisives minces et les canines disparues. Sur 42 dents observées, 16 étaient cariées et 24 endommagées.

Chez une vingtaine de squelettes d'anciens rouennais. inhumés aux

XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles et provenant de cimetières fermés aujourd'hui, la carie dentaire était dans la proportion de 35 °/°.

Aujourd'hui, le nombre de cas de carie dentaire ne fait qu'augmenter. Le docteur Bordier, dans sa *Géographie médicale*, donne le chiffre de 1.710 cas pour cent mille habitants ; Dubois dit que, de 1851 à 1886, le nombre des exemptés a été de :

Manche.....	715	à	780
Calvados.....	1.027	à	1,211
Orne.....	1.239	à	1.541
Eure.....	4.335		
Seine-Inférieure.....	5.159		

Voici les résultats d'une enquête personnelle :

Seine-Inférieure	sur 100	sujets	45	caries	dentaires
Eure	—	—	39	—	—
Calvados	—	—	44	—	—
Manche	—	—	37	—	—
Orne	—	—	29	—	—

Certains arrondissements m'ont donné des proportions effrayantes ; ainsi, celui de Rouen présente 68 °/₀, Lisieux 54 °/₀, Caen 47 °/₀. J'ajouterai qu'à mon avis cette carie est due à deux causes : l'hérédité et la race.

Il est facile de s'en convaincre. Je connais plusieurs familles d'origine étrangère qui sont venues se fixer dans notre région. Or, presque tous les membres de ces dernières sont indemnes neuf fois sur 10. Les dentistes remarquent également que, de jour en jour, le nombre des caries augmente sensiblement. A quoi attribuer cette recrudescence ? L'hérédité, je le sais, pèse toujours sur les enfants qui grandissent, mais la dégénérescence ne doit pas être mise de côté.

* * *

Je complèterai ces indications en rapportant ici quelques chiffres de cubage de crânes normands obtenus d'après le procédé ordinaire de Broca.

		Capacité
Crâne n°	1	1436 centimètres cubes.
—	2	1442 —
—	3	1428 —
—	4	1434 —
—	5	1446 —
—	6	1499 —
—	7	1498 —
—	8	1502 —
—	9	1436 —
—	10	1504 —
—	11	1522 —
—	12	1511 —
—	13	1514 —
—	14	1438 —
—	15	1429 —
—	16	1438 —
—	17	1549 —
—	18	1547 —
—	19	1438 —
—	20	1439 —
—	21	1429 —
—	22	1432 —
—	23	1444 —
—	24	1510 —
—	25	1524 —
—	26	1532 —
—	27	1544 —
—	28	1532 —
—	29	1435 —
—	30	1552 —
—	31	1500 —
—	32	1498 —
—	33	1432 —
—	34	1506 —

* * *

Enfin, la pathologie normande offre quelques points intéressants. Tout d'abord, je soumettrai les données fournies par une enquête que j'ai faite sur l'époque de la menstruation chez les jeunes filles.

Seine-Inférieure

	Sur 100 fillettes
20 réglées à	12 ans
74 —	14 —
6 —	entre 15 et 17 ans

Eure

Sur 100 fillettes

24	réglées à		12 ans
69	—		14 ans
7	—	entre	15 et 17 ans

Calvados

26	réglées à		12 ans
69	—		14 ans
5	—	entre	15 et 17 ans

Manche

23	réglées à		12 ans
71	—		14 ans
6	—	entre	15 et 17 ans

Orne

22	réglées à		12 ans
70	—		14 ans
8	—	entre	15 et 17 ans

Quant à la ménopause, elle se fait habituellement entre quarante et quarante-six ans.

La durée des menstrues est généralement de 7, 5, 3 et 2 jours, selon les sujets.

Les grossesses normales sont les plus fréquentes : 89 °/₀ et les naissances avant terme 19 °/₀.

Quant aux accouchements multiples, ils sont environ au nombre de 600 par an.

* * *

Les maladies les plus fréquentes en Normandie sont : le rachitisme, la tuberculose, le cancer qui a suscité d'intéressantes communications de MM. Arnaudet, de Cormeilles et Brunon, de Rouen.

Quant à la pierre, il faut reconnaître qu'elle est assez rare, comparativement à la goutte et au rhumatisme, qui font d'effrayants ravages. Les varices, varicocèles et hernies ont également attiré, depuis fort longtemps, l'attention de tous les anthropologistes. Le Dr Bordier donnait le chiffre de 3.007 varices pour 100.000 individus. J'ai trouvé à peu près le même chiffre : 2.999. Quant à la varicocèle, le chiffre des

exemptions est de 1.783 pour 100.000 et les hernies se rencontrent avec une moyenne générale de 2.200 sur 100.000.

La diphtérie est une maladie rouennaise qui tend malheureusement à gagner du terrain dans la Seine-Inférieure. La fièvre typhoïde, au contraire, disparaît, tandis que la syphilis fait de nombreuses victimes dans la population militaire des grandes villes, principalement à Rouen où la prostitution déborde en même temps que le chiffre des malades augmente. C'est là un fait intéressant à plus d'un titre et sur lequel il est grand temps d'attirer l'attention de tous.

Enfin, je terminerai en rappelant ce que j'ai déjà démontré dans une communication à l'Académie des Sciences[1] à savoir qu'en Normandie l'helminthiase est très répandue en même temps que l'alcoolisme qui remplit chaque année les asiles d'aliénés de sujets dangereux.

Encore une fois, je ne puis insister davantage dans ce mémoire, mais j'ai la conviction que la Normandie est encore actuellement une des provinces de France les plus curieuses que l'on puisse soumettre aux investigations des chercheurs ; mais, il faut se hâter avant que le mélange incessant qui se produit chaque jour, n'ait fait son œuvre : nous en voyons déjà l'effet dans la disparition des vieilles coutumes abandonnées de plus en plus. Demain, les races Normandes auront vécu.

MM. Félix REGNAULT et Léon JAMMES

ÉTUDES SUR LES PUITS FOSSILIFÈRES DES GROTTES

(Grotte de Tibiran — Hautes-Pyrénées) [571.81 (447)]

— Séance du 5 août —

La *grotte de Tibiran* est ouverte dans la partie sud-ouest du massif calcaire de Gargas. Ce massif contient, aussi, l'*antre de Gargas* auquel il doit son nom. Il domine le cap que découpent, à leur rencontre, la Neste et la Garonne et marque la limite Ouest de la vallée de Luchon, au point où elle débouche dans la plaine de Montréjeau.

1. Séance du 20 décembre 1897.

La région occupée de nos jours par le massif de Gargas fut envahie, à diverses reprises, par les glaciers qui précédèrent la Neste et la Garonne. Lorsque, par leur abaissement, ces glaciers ont laissé libres les orifices des grottes de Tibiran et de Gargas les animaux ont pris ces grottes comme abri. D'énormes crues atteignirent parfois les orifices et pénétrèrent à l'intérieur, noyant les animaux et corrodant les roches. Ces crues étaient causées, sans doute, par de formidables changements dans le régime des eaux, produits par la fusion rapide des glaces, accumulées, à la longue, dans les parties hautes de la chaîne. Dans d'autres circonstances, des pluies intenses remplissaient les crevasses de la montagne; des courants circulaient alors dans les grottes, formant des cours d'eau provisoires. Ces derniers devaient être semblables à ceux qui, de nos jours, s'établissent, en petit, à la suite de violents orages et des pluies abondantes. Les eaux engouffrées dans les grottes transportaient vers les parties déclives les débris des charniers établis par les bêtes féroces, les restes entiers d'animaux surpris soudainement par l'invasion des eaux. A Gargas, dans les périodes de calme, les premiers hommes ont accumulé, en outre, d'énormes débris de foyers, laissé quelques-unes de leurs sépultures[1].

Ces données sont acquises en ce qui touche l'*antre de Gargas*. Les fouilles de *Tibiran*, sont destinées à compléter les recherches pratiquées dans cet antre. Elles en constituent la suite naturelle.

La *grotte de Tibiran*, ouverte au sud-ouest du massif de Gargas, est située à un niveau plus bas que l'*antre de Gargas*. Le sol, en ses

1. Voici la bibliographie des travaux qui intéressent d'une façon directe, les grottes de Gargas et de Tibiran.

Boule M. Notes sur le remplissage des Cavernes. — J. l'Anthropologie 1892.

Id. Le plateau de Lannemezan et les alluvions anciennes des hautes vallées de la Garonne et de la Neste. — Bulletin de la Carte géologique de France, Paris, Baudry et Cie 1898.

Garrigou F. et de Chasteigner. L'âge de l'Ours et l'âge du Renne dans la grotte de Gargas. — C. R. Ac. Sc. Paris 1870.

Garrigou F. Monographie de Bagnères-de-Luchon. — 1 vol. in-8°, Paris, Masson 1872.

Gaudry A. Sur les Hyènes de la grotte de Gargas découvertes par M. Félix Regnault. — C. R. Ac. Sc. Paris 1885.

Id. Le petit Ursus spelæus de Gargas. — C. R. Ac. Sc. Paris 1887.

Regnault F. La grotte de Gargas. Etude des dépôts fossilifères. — Soc. His. Nat. de Toulouse 1884.

Id. Un repaire d'Hyènes dans la grotte de Gargas. — Soc. His. Nat. de Toulouse 1885.

Id. Foyers paléolithiques de la grotte de Gargas. — Assoc. française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Bordeaux 1895.

Id. Sépultures dans la grotte supérieure de Gargas. — Assoc. française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Bordeaux 1895.

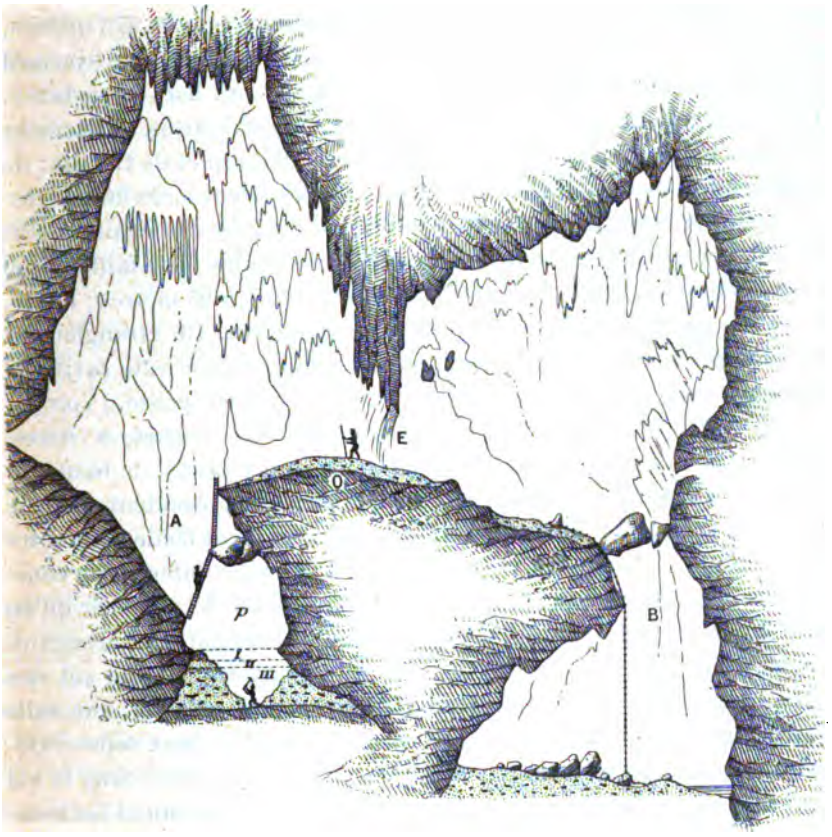


Fig. 1

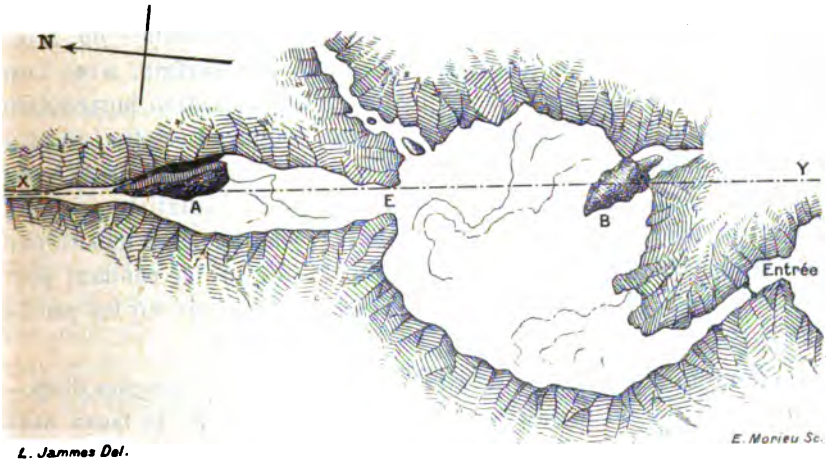


Fig. 2

points inférieurs, est en effet à une altitude moyenne de 475 mètres, alors qu'aux ouvertures extérieures, les assises de Gargas se trouvent à 520 et 550 mètres. Ces différences d'altitudes ont leur importance. Elles permettent, en raison des mouvements glaciaires, d'attribuer des âges distincts aux dépôts fossilifères de Tibiran et de Gargas; de comprendre, par suite, les différences que présentent leurs faunes respectives. La cavité de la grotte est développée le long d'une faille allant du nord au sud. Cette cavité est longue, dans le sens de la faille, de 50 mètres environ; large, suivant les endroits, de 5 à 25 mètres; haute, dans ses points les plus élevés, de 35 à 40 mètres. Un étranglement vertical placé au milieu de sa longueur totale, divise cette cavité en deux poches, l'une très volumineuse, l'autre assez petite. (Voir ci-contre : E, *fig. 1* et *2)*. Le mouvement des roches a divisé chacune de ces deux poches en deux salles superposées, de hauteurs à peu près égales. Les deux salles supérieures représentent, pour le touriste, la grotte tout entière. Elles communiquent facilement entre elles, la plus grande s'ouvre au dehors. Les salles inférieures constituent des abîmes dans lesquels il n'est possible de pénétrer qu'au prix de grands efforts et à l'aide d'un matériel spécial. Les descentes se font par deux orifices *(fig. 1* et *2*, A, B) ouverts dans le sol des salles supérieures. Ces orifices mettent en rapport, chacun, une salle supérieure avec la salle inférieure sous-jacente. Les deux salles inférieures ne communiquent pas librement entre elles. C'est dans le sol de l'une de ces dernières *(fig. 1, p. 551)*, que se trouvaient les ossements que nous avons recueillis.

Le puits fouillé constitue une excavation profonde qui s'enfonce à pic, dans la masse calcaire. Une couche de terre argileuse, renfermant les restes du *Grand Ours* est déposée au bord de son orifice (*fig. 1*, o). Par sa nature, cette couche offre une similitude parfaite avec l'un des dépôts contenus au fond du même puits. La section horizontale de l'excavation est, à son orifice supérieur, longue et étroite ; sa profondeur totale est de 13 mètres. Un tronc d'arbre, fixé dans la salle supérieure et une corde à nœuds constituèrent l'installation qui nous permit de faire les premières recherches. L'éclairage était assuré par une lampe à l'acétylène portative et capable de brûler pendant plusieurs heures. Un reflecteur mobile projetait les rayons sur les parois du puits.

Le fond du puits était horizontal. Il contenait trois couches disposées, en allant de la surface vers la profondeur, de la façon suivante :

1° Une couche superficielle stérile (*fig. 1*, I).

2° Une couche à petits galets roulés, contenant des débris nombreux d'animaux, dont beaucoup de petite taille *(fig. 1, II)*.

3° Une couche à argile grasse, riche en restes de la grande faune quaternaire ancienne *(fig. 1, III)*.

1° Couche superficielle stérile. — Cette couche était formée par une argile sombre, humide, semblable à l'argile des salles supérieures. Elle ne contenait pas d'ossements et était mélangée de blocs calcaires, de peu de volume, provenant d'éboulis récents. Cette argile formait une assise de 70 centimètres d'épaisseur.

2° Couche a petits galets roulés. — La deuxième couche était composée d'un mélange d'argile claire et de petits galets roulés. Elle était horizontale et mesurait 50 centimètres d'épaisseur. Son homologue n'a pas été trouvée à Gargas. L'analyse chimique de l'argile de cette couche a donné, pour ses éléments principaux, les résultats suivants :[1]

Azote	0 125	pour cent
Acide phosphorique	5.100	—
Potasse	0.440	—
Calcaire	28	—

Cette deuxième couche contenait des débris très abondants d'une faune composée de : *Cerfs élaphes*, *Chèvres*, *Chevaux*, *Renards* (plus grands que nos Renards actuels), *Chats sauvages* (de haute taille), *Hermines*, *Rhinolophes*. *Arvicoles* (en quatité extraordinairement abondante) *Corbeaux* ? et *Freux* ? Cette faune n'existe pas dans les dépôts de remplissage de Gargas. Elle est seulement représentée en partie, (Chevaux, Cerfs élaphes, Chèvres) dans les foyers humains qui se trouvent à l'entrée inférieure de cette antre.

3° Couche a argile grasse. — Cette assise, d'une épaisseur moyenne de deux mètres, etait composée d'argile sombre, compacte et sans mélanges, Sa composition chimique, pour les éléments essentiels, est la suivante :

Azote	0 212	pour cent
Acide phosphorique	4.100	—
Potasse	0.510	—
Calcaire	6 100	—

Cette couche renfermait les ossements entiers des animaux qui caractérisent la grande faune quaternaire : *Ours des Cavernes* (grande et petites races), *Hyènes*, *Loups*, *Aurochs* ou *Bisons*.

Les deux couches fossilifères du puits de Tibiran apparaissent comme étant de natures très différentes. La plus profonde et, par suite, la plus ancienne, se retrouve à Gargas. Les résultats tirés de la comparaison des quantités d'Ours et d'Hyènes recueillis, jusqu'à ce jour, dans les couches à argile grasse de Gargas et de Tibiran joints aux données fournies par la différence d'altitude des deux grottes

1. Cette analyse et la suivante ont été faites dans le laboratoire de la Station Agronomique de Toulouse. (Faculté des Sciences).

engagent à penser que l'antre de Gargas a été longuement habité par les représentants de la grande faune quaternaire, alors qu'il n'en a pas dû être de même à Tibiran. En remarquant, en effet, que la grotte de Tibiran est peu élevée au-dessus du niveau de la vallée et qu'elle est ouverte à 45 mètres environ, au-dessous de l'antre de Gargas, on peut admettre, qu'au moment où ce dernier a été ouvert par l'abaissement des glaciers qui enveloppaient d'abord la montagne, la grotte de Tibiran était encore recouverte et, par suite, inhabitable. Lorsque les glaces eurent suffisamment diminué pour rendre accessible la grotte de Tibiran, les animaux qui fréquentaient Gargas purent, mais alors seulement, s'abriter dans la nouvelle caverne.

La période pendant laquelle les deux cavernes furent simultanément habitées par les représentants de la grande faune quaternaire semble donc n'avoir pas été de très longue durée. La disparition de ces êtres n'eût pas la même suite dans les deux grottes. A Tibiran, cette disparition est suivie, sans transitions appréciables, de l'arrivée d'une faune faite d'Herbivores, de Rongeurs, de petits Carnassiers, etc. A Gargas cette nouvelle faune est représentée seulement en partie et dans les foyers humains.

L'invasion brusque de la faune nouvelle, si nette à Tibiran, s'explique assez bien par l'extinction de la grande faune quaternaire. L'expansion des Herbivores, des petits carnassiers, etc., ne put être considérable que lorsque la concurrence vitale se fit moins meurtrière pour eux. Il est certain que les grands Carnassiers quaternaires ont détruit un nombre considérable d'animaux ; cette opinion a d'ailleurs été émise par M. le Professeur Gaudry à propos des Hyènes de Gargas[1]. Ce savant, pense en effet que les animaux féroces et en particulier les Hyènes qui se trouvaient à Gargas ont détruit les os d'un grand nombre d'animaux quaternaires, tantôt les dévorant, tantôt les rongeant au point de les rendre méconnaissables. Ces considérations peuvent être appliquées, de même, à Tibiran.

Pendant l'extension de la petite faune à Tibiran, l'antre de Gargas, vide de ses grands Carnassiers, était habité par l'Homme. Celui-ci a laissé dans les foyers voisins de l'entrée inférieure, avec des quartzites et des silex taillés, les débris abondants de *Bœufs*, de *Chevaux*, de *Chèvres*, de *Cerfs*, de *Rennes*, etc. A ces débris sont mélangés des restes d'*Ours* de grande et de petite races qui ont dû vivre quelque temps à l'extérieur, avant de disparaître d'une façon définitive.

La présence de l'Homme à Gargas dût éloigner les animaux de la nouvelle faune; c'est sans doute parce que la grotte de Tibiran n'était

1. Loc. cit.

pas habitée par l'Homme que nous trouvons enfouis dans ses profondeurs, une quantité d'animaux appartenant à la faune nouvelle. La contemporanéité de la couche qui contient leurs restes avec les foyers de Gargas serait, dans ce cas, des plus probables.

Telles sont les données essentielles que l'étude comparée de l'antre de Gargas et du puits de Tibiran permet d'établir. Les recherches sur quelques autres poches de Tibiran ne sont pas terminées. Nous espérons pouvoir donner, dans un nouveau travail, des documents qui compléteront nos recherches sur les puits fossilifères du massif de Gargas.

M. BOSTEAUX-PARIS

Maire de Cernay-lès-Reims

RÉSULTAT DES FOUILLES DE L'ÉPOQUE GAULOISE PENDANT LES ANNÉES 1896 ET 1897 [571.7 (4401)]

— Séance du 6 aout —

Après le Congrès de Bordeaux au mois d'août 1895, je continuai mes recherches archéologiques sur l'époque gauloise dans notre région habitée par les Rêmes.

Depuis cette époque nous avons, avec mes deux fils, à peu près terminé les fouilles de la Motelle, de Warmeriville et de la Motelle d'Aussonce (Ardennes).

Ensuite nous avons fouillé à Aussonce un autre cimetière gaulois situé au lieu dit le Mont-des-Brets, découvert celui-là par M. Legeart, professeur à Reims.

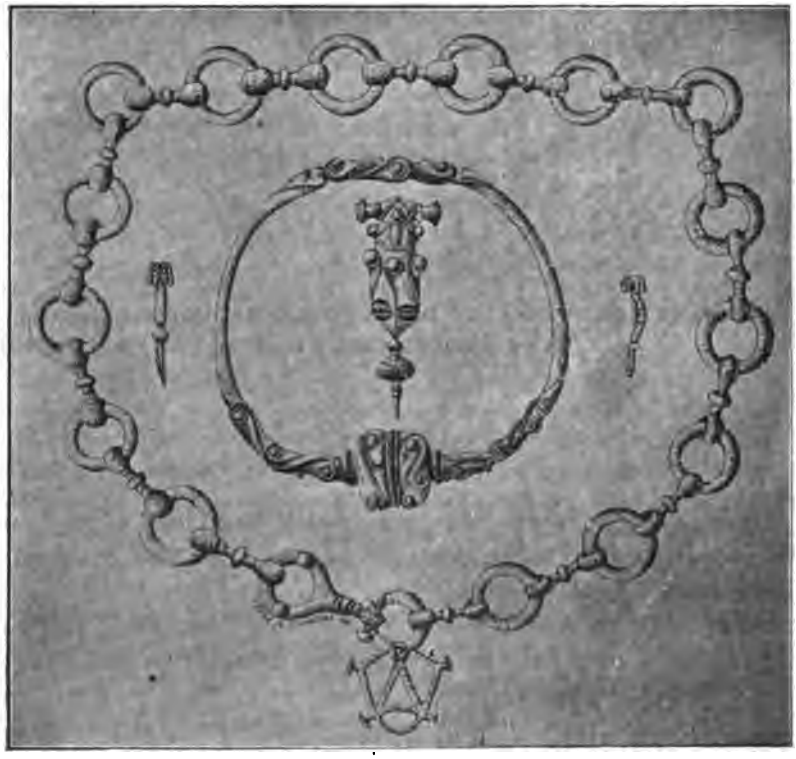
En 1896, un autre cimetière gaulois était découvert à Nogent-l'Abbesse au lieu dit le Mont-Equeu dans une terre appartenant à M. Beaudouin Quantinet de Nogent-l'Abbesse, ce cimetière s'étend sur le domaine des Commelles appartenant à M. Olry, négociant en vin de Champagne, les fouilles ont été faites sur les propriétés par M. Coyon de Beine qui y a trouvé une sépulture à char.

En 1897, j'explorai a nouveau le voisinage du clan gaulois du Mont-Epié territoire de Cernay et je mis à découvert le cimetière primitif de

ce village gaulois. Sur des propriétées appartenant à M. Arthur de Bary qui a eu l'amabilité de me permettre d'explorer son domaine.

Au mois d'avril 1897, en explorant la zone avoisinante du cimetière gaulois des Barmont (Cernay) je mis à découvert une tombe isolée qui m'a donné le mobilier que j'offre aujourd'hui à votre appréciation.

Toutes ces recherches dans l'arrondissement de Reims, ne m'ont pas empêché de collaborer avec notre cher collègue et ami Schmit de Châlons-sur-Marne, à ses admirables découvertes dans les arrondissements de Châlons-sur-Marne et de Vitry-le-François.



Mobilier recueilli à la Motelle de Warmériville

Le 19 octobre 1896. — Fouille d'une tombe à 60 mètres au N.-O. de la Motelle, son orientation était de l'O. à l'E. et profonde de 0.70, son mobilier se composait d'un torque en bronze finement ciselé en intailles, le bras droit portait deux petits bracelets en bronze également ciselés, un des deux se trouvait cassé, le bras gauche portait également un bracelet plus fort ; près de l'épaule droite se trouvait un petit vase apode.

Le 19 octobre 1896. — Autre fouille d'une tombe à 10 mètres à l'O. de la précédente, profonde de 1m, même orientation : son mobilier se composait d'un torque en

fer, un bracelet en lignite et un autre en jayet au bras droit ; un bracelet en bronze et quelques armilles au bras gauche, le crâne a pu être conservé.

19 octobre 1896. — Fouille d'une tombe de guerrier à 100 mètres N.-O. de la Motelle, même orientation que les précédentes, 0.50 de profondeur, le squelette portait près du bras droit une petite épée en fer mesurant 0.38 de longueur, près de cette arme se trouvaient cinq anneaux en bronze et un petit anneau en fer, une jatte en terre noire était à ses pieds.

Mobilier recueilli à la Motelle d'Aussonce. (Ardennes)

15 décembre 1896. — A trente mètres à l'E. de la Motelle sur le patis d'Aussonce, fouille d'une tombe de femme gauloise, le squelette portait au cou un torque en bronze finement ciselé genre Hallstatd, un bracelet plat à bords ciselé avec points de jonction rivés et deux autres bracelets en bronze assez fruste quant au bras gauche, à ses pieds se trouvaient deux vases en terre noire ; le crâne de ce squelette est conservé.

28 décembre 1897. — Fouilles d'une autre tombe à 60 mètres à l'E. de la Motelle avec orientation E. O, sa profondeur était de 0 m 70, le squelette portait un torque aussi finement ciselé et un petit bracelet également en bronze à chaque bras, un petit vase à boire de forme apode se trouvait près de la tête et deux vases en terre noire à ses pieds, les ossements étaient en poussière.

Cimetière gaulois du Mont des Brets, territoire d'Aussonce (Ardennes)

Ce cimetière gaulois découvert en octobre 1896 par M. Logeart est de l'époque Hallstatienne, ce cimetière était très pauvre comme mobilier, la poterie est assez grossière et sans ornementation, les armes sont très courtes sur six tombes que j'y ai fouillées ; je n'y ai trouvé que les deux petites épées que j'ai l'honneur de vous présenter, ces armes longues de 0.30 sont plutôt des poignards que des épées.

Cimetiere du Mont-Equeu, territoire de Nogent l'Abbesse

Ce cimetière est de l'époque gauloise marnienne, n'ayant pas fouillé ce cimetière sur la partie appartenant au domaine des Commelles où une tombe à char a été trouvée ; j'en ai cependant fouillé trois tombes sur une propriété appartenant à M. Beaudouin, de Nogent-l'Abbesse.

18 août 1896. - Dans une tombe orientée de l'O. à l'E. remplie de terre noire et profonde de 1 m 20 j'ai trouvé un squelette portant au cou un torque en bronze à tampons orné de ciselure en volute, au bras droit se trouvait un bracelet en bronze ciselé et ajouré, sur la poitrine deux fibules en bronze, dont l'une ornée d'un médaillon ayant porté une rose en corail, la face extérieur de cette fibule se trouve incrustée d'un filet en fer formant enlacement, l'autre fibule est admirablement ciselée, elle porte un petit cabochon en bronze orné de volutes du plus bel effet, la parure de cette tombe a été exposée à l'exposition de Bruxelles jointe aux séries de l'École d'Anthropologie de Paris.

Sur chaque clavicule se trouvent également deux petites fibules de belle facture marnienne, deux vases se trouvaient aux pieds du squelette, j'ai pu recueillir le crâne.

Du même jour. — Fouille d'une tombe de guerrier, son épée dans son fourreau

mesure 0m65 de longueur cette arme se trouvait à la droite du squelette, accompagnée d'une lance, et d'un vase en terre noire assez bien conservé.

Même jour. — Une autre fouille nous donnait un squelette avec deux vases pour tout mobilier, l'un est en terre cuite de couleur jaune avec dessins en pointillé de couleur noire, l'autre vase de forme carennée est en terre noire sans ornementation.

Cimetière gaulois du Mont-Hpié, territoire de Cernay

Ce cimetière situé sur un versant sud-ouest du Mont de Berru domine le clan gaulois dont je dois vous faire la description, ce cimetière m'a donné 25 tombes, dont une partie ont été violées, j'y ai néanmoins recueilli cinq épées dix lances; dans l'une de ces tombes de guerriers, se trouvait une épée, et cinq appliques de bouclier en bronze estompé, ornée de dessins en cercles représentant le soleil, deux de ces appliques se trouvaient sur les épaules, une sur l'abdomen et deux autres sur les fémurs, ce qui donnerait à supposer que ce guerrier a été recouvert de son bouclier au moment de l'inhumation.

Deux objets en fer se trouvaient près de l'épée, à voir la forme de ces deux pièces on pourrait en conjecturer que ce guerrier avait avec lui sa broche à rotir accompagnée de son crochet.

Comme parures quelques bracelets et une ceinture composée d'anneaux en bronze avec agrafe.

L'emplacement de ce cimetière se trouvant fortement en pente le terrain ne possède plus de terre arable, les tombes se trouvant presque à découvert une partie des vases ont été brisés depuis longtemps par la culture.

(Cernay-les-Reims), le cimetière des Barmonts

Le 1er avril 1897, en fouillant le pourtour du cimetière gaulois des Barmonts à environ 400 mètres plus à l'Est, je mis à jour une tombe orientée de l'O. à l'E. Cette tombe profonde de 1m30 était remplie de terre noire et de pierres siliceuses tellement serrées entre elles que l'humidité n'a jamais pu pénétrer au fond, le dégagement fait, je trouvai le squelette entièrement aplati par la charge. A ses pieds se trouvaient trois vases de facture très fine entièrement broyés.

A la hauteur du bassin, une ceinture composée d'anneaux en bronze reliés entre eux par des liens en bronze, entourait le squelette, cette ceinture munie d'une agrafe, portait une pendeloque représentant le triangle ou Delta. Cette pendeloque est en même temps accompagnée de cinq cabochons représentant également le Delta gravé en intaille.

Les bras étaient dépourvus de bracelets, le cou portait un torque en bronze admirablement ciselé, des spirales en fort relief, sur chaque épaule une petite fibule en bronze, et au sommet de la tête une fibule en bronze représentant un animal symbolique d'une facture admirable et artistique[1].

L'ensemble de cette parure peut être représenté comme type parfait de l'art gaulois marnien.

1. Sur cette fibule, le triangle se trouve aussi reproduit 4 fois.

M. BOSTEAUX-PARIS
Maire de Cernay-lès-Reims

RELEVÉ D'UNE CARTE PRÉHISTORIQUE DES ENVIRONS DE REIMS

— Séance du 5 août —

Le Mont de Berru, semble avoir été le point central ou le siège d'occupation des Rèmes à l'époque gauloise marnienne ; examiné de près ce site est admirable : d'un sommet de 280 mètres d'altitude, partent de nombreux contreforts qui vont se perdre dans la plaine, dans toutes les directions, et de cette hauteur la vue domine à l'est les vallées de la Suippes, de la Retourne et de l'Aisne jusqu'au massif Ardennais.

Au nord la vue s'étend jusque Laon et au sud jusque Châlons, à l'ouest c'est la montagne de Reims et la verdoyante vallée de la Vesle qui baigne les pieds de ses contreforts.

Examinons tour à tour ces collines qui convergent toutes au point central et transportons-nous à l'époque gauloise, nous trouvons d'abord au sud, les cimetières gaulois du Mont-Équeux à Nogent-l'Abbesse, celui du Champ-Cugnié, du Champ de la Guerre à Prunay et celui de la Pompelle territoire de Puisieulx.

Au sud-ouest les cimetières du Mont-Épié et celui des Barmont, territoire de Cernay-les-Reims et à 4 kilomètres plus loin dans la même direction, aux portes de Reims, le cimetière gaulois de l'Homme-Mort près de Dieu-Lumière; regardant vers le nord, c'est le cimetière gaulois de Witry-lès-Reims, dont il a été extrait tant d'armes et de parures de l'époque; au nord-est vers Berru c'est le cimetière du Terrage avec sa tombe à char, dont le mobilier est une des gloires du musée de Saint-Germain; plus loin, dans la même direction, c'est Warmeriville et Aussonce avec leurs cimetières gaulois Hallstatiens et Lavannes avec ses sépultures gauloise du Mont-Jovis. A l'est c'est Époye avec ses trois cimetières gaulois, celui des sources de la Conge avec sa tombe à char, celui de la Motelle de la Croix-Pagneau, avec une tombe à char au sommet de la butte et le Mont-Morillon, qui a

donné aussi de nombreuses sépultures. Dans la même direction un peu plus au S.-E. se trouve Beine avec ses cimetières du Tranla de Moucheri et des Bouverets.

Toutes ces nécropoles appartiennent à l'époque gauloise marnienne, à en juger par l'industrie de la céramique, les armes et les parures.

Les bords de la Suippes franchis vers l'est, les cimetières sont gaulois également, mais l'art n'est plus le même, c'est ce que nous appelons le Hallstatien, la fibule n'a plus la même forme, les torques sont plus simples ornés d'un simple filet, pas de relief en spirale, les bracelets armilles abondent et les dessins en dents de loups se retrouvent souvent, et comme céramique les vases à boire sont apodes, le verre d'importation peut-être Phénicienne ou Étrusque, se rencontre sous forme de bracelets de différentes couleurs ; à citer encore des grains de colliers en verre blanc ou en laiton métallique, l'ambre aussi est commun, on le rencontre en boule informe ou simplement percé d'un trou pour le suspendre en pendeloque.

Les peuplades ayant cette industrie semblent faire un cercle autour du marnien ; la ligne de démarcation suivrait l'est de la vallée de la Suippes, les sources de la Vesle pour aller jusque le Perthois aux environs de Vitry-le-François.

Nomenclature des cimetières gaulois explorés dans l'arrondissement de Reims

Nogent-l'Abbesse. — Le Mont Equeu, les Croquemorts.
Prunay. — Le Champ Cugnier, le Champ de la Guerre.
Puisieulx. — La Pompelle, la Cuche.
Cernay-lès-Reims. — Les Barmonts, le Mont Epié, les Beuvrais.
Reims. — L'Homme-Mort.
Witry-les-Reims. — La Voie Romaine, la Voie Cariat.
Berru. — Le Terrage, la côte entre deux monts.
Warmeriville. — La Motelle d'Heutrégiville, la Motelle d'Aussonce.
Aussonce. — Le Mont des Brets (Ardennes).
Lavanne. — Le Mont Jovis.
Epoye. — La Conge, la croix Pagnot, le Mont-Morillon.
Beine. — Les Bouvrets, le Thomois de Mouchery, le Tranla.
Pontfaverger. — Le Pont-Châton, la Pierre Poiret.
Nauroy. — Le Bouvret, les Usages.
Prosne. — Le Mont de Saint-George.
Isle-sur-Suippes. — L'Usine Dauphinot.
Thuisy. — Les Marquises.

M. Léon COUTIL
Président de la Société normande d'études préhistoriques, Les Andelys (Eure)

LE CAMP HARROUARD ET L'ALLÉE COUVERTE DE MARCILLY-SUR-EURE

— Séance du 8 août —

1° Le camp Harrouard

Lorsqu'on s'éloigne de Marcilly, si l'on prend la route d'Haudan à Bû, après avoir traversé l'Eure sur un pont, on arrive à une bifurcation de routes ; en abandonnant la vallée et continuant le chemin, on entre dans le vallon du Moulin. A gauche, on aperçoit une sorte de promontoire dont une partie a été isolée du plateau au moyen d'un talus large de 25 mètres et d'un fossé mesurant 6 mètres de profondeur.

Cette disposition ne retiendrait pas outre mesure notre attention et ce retranchement se rapprochant de deux ouvrages similaires peu éloignés, l'un situé dans la même vallée de l'Eure sur un côteau dominant Acquigny, près Louviers et nommé le *Château-Vernon*, Robert ; l'autre retranchement se trouve à peu de distance, près de sur le coteau du Goulet, il porte le nom de *Pied anglais*.

Toutefois, dans ces deux derniers camps, je n'ai pas retrouvé jusqu'ici de débris d'industries anciennes : ce sont des retranchements de l'époque des invasions normandes.

Quant au *Fort Harrouard* ou *Camp Harrouard*, son vallum peut également dater de cette époque : cependant, avant ces invasions, ce promontoire fut habité par les gallo-romains, dont on retrouve des poteries et des pesons de tisserands. Précédemment, il avait été occupé l'époque du bronze et surtout à l'époque néolithique, dont on retrouve e nombreux témoignages, composés de silex finement taillés ou polis, es poinçons en os et des débris de poteries.

On peut s'en rendre compte par les nombreux instruments que possèdent MM. Lanquetin et Tellot, de Dreux.

Le premier a ramassé lui-même la plupart de ses instruments, il possède une centaine de petits instruments finement taillés que l'on classe parmi les retouchoirs. Cette appellation est assez justifiée, car les pointes de flèches sont assez abondantes en ce point. M. Lanquetin en a recueilli environ une trentaine, que l'on peut grouper en dix formes bien distinctes :

1° Le triangle aigu avec pédoncule, longueur 30 mill.

2° Le triangle avec pédoncule et deux ailerons assez longs (long. 26 mill.

3° Le triangle équilatéral avec pédoncule court (longueur 33 mill.)

4° La même forme très petite, avec pédoncule plus long (longueur 17 mill.)

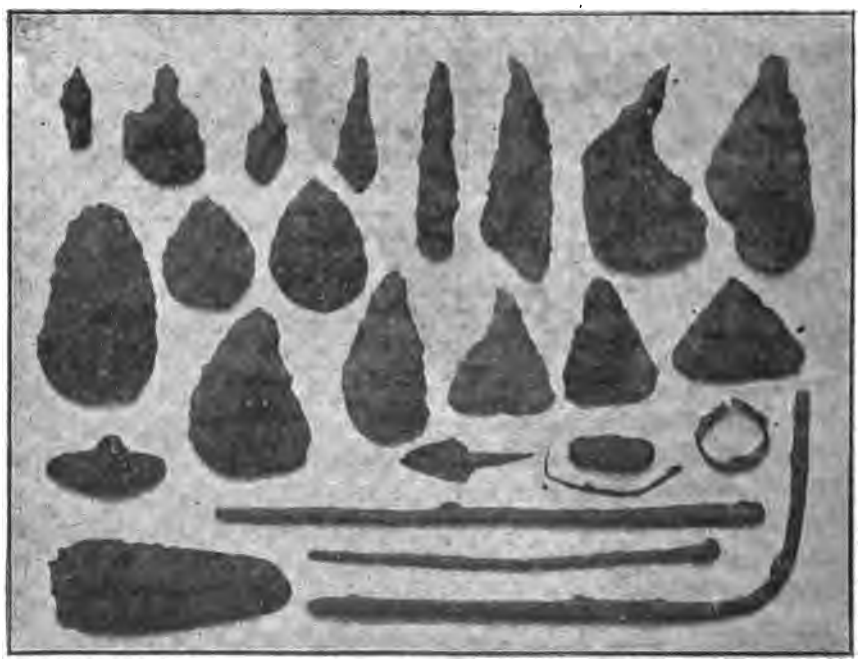
5° Le triangle allongé sans pédoncule et base droite (long. 34 mill.)

6° Le triangle allongé sans pédoncule, avec base arrondie (longueur 37 mill.)

7° Le triangle équilatéral, sans pédoncule (32 sur 40 mill.)

8° Le losange, — (40 sur 25 mill.)

9° La forme amygdaloïde (40 mill.)



Nous citerons les burins avec dos arqué et retouché ; les instruments en bec de perroquet ; une cinquantaine de scies à encoches ; tranchets aux formes variées dont quelques-uns très petits, (on les appelle quel-

quefois flèches à tranchant transversal) ; quelques pioches ; des perçoirs ; de belles haches polies et des marteaux-haches en diorite avec trou central.

A l'outillage en silex, je dois ajouter quelques poinçons en os, du type des stations lacustres ; vingt fusaïoles en terre cuite, rouge ou noire, arrondies ou décorées de côtes. avec ou sans dessins.

Je signalerai encore de nombreux fragments de poterie grossière généralement de couleur rousse. Les ornements qui s'y rencontrent le plus généralement consistent en lignes parallèles rappelant la feuille de fougère, ou en lignes parallèles surmontées de points triangulaires. Généralement, ces tessons de poterie sont munis d'anses formées d'un bourrelet de terre, dans lequel on a pratiqué un trou. Cette forme se retrouve dans les fonds de cabanes de la Hesbaye (province de Liège) explorées par M. de Puydt (Musée de Liège).

Si l'outillage en silex est abondamment représenté dans cet oppidum, l'époque du bronze s'y retrouve également. Je citerai dans la même collection : 1° un lingot de bronze, sorte de grande tige quadrangulaire coudée : longueur 20 centim.

2° Un autre lingot fruste de 165 millim. de longueur.

3° Une épingle avec une tête aplatie, mesurant 125 mill.

4° Un très petit poignard à 2 rivets, l'extrémité est fortement usée, il mesure actuellement, sans la soie, 7 cent.

5° Une pointe de flèche de 5 centim.

6° Une bague ouverte formée d'une plaquette, avec raies en relief (diamètre 25 millim.).

7° Un bouton en forme de calotte, muni d'une petite tige soudée en dessous (diamètre 34 mill.).

8° Une plaquette mesurant 9 sur 24 millimètres est ornée de stries disposées en arêtes de poisson : il est difficile de se prononcer sur l'emploi de ce petit instrument qui a pu servir à décorer les vases, par estampage.

Je n'ai mentionné qu'un nombre restreint de découvertes d'objets trouvés à la surface, car cet endroit étant assez connu est constamment visité ; il est donc impossible de publier un inventaire des objets recueillis.

Des fouilles méthodiques doivent y être faites : elles compléteront cette étude sommaire.

Dans une note publiée (p. 268 et 269) par le commandant Coynard dans le Congrès que la Société Française d'Archéologie tint à Evreux en 1889, cet archéologue a prétendu qu'un dolmen avait existé sur la déclivité du promontoire, en face du pont.

Je n'ai pu trouver dans la localité aucun renseignement confirmant cette assertion.

J'ai appris toutefois qu'un vieux sentier traversait le camp Harrouard et se dirigeait vers le dolmen de la Ferme brûlée, passait l'Eure sur un gué et se dirigeait vers l'abbaye du Breuil-Benoist.

L'Allée couverte de la Ferme-Brûlée ou Pierre des Druides

Le dolmen encore existant aujourd'hui, quoique bien mutilé par les arbres qui le disloquent, se trouve à 250 mètres environ, du Camp Harrouard, à 60 mètres de l'Eure, et à 100 mètres de la route d'Anet à Dreux, c'est-à-dire du pied des coteaux de la rive droite de l'Eure.

Ce monument est appelé par certains vieillards la *Pierre des Druides;* il se trouve sur la rive droite de l'Eure et à la limite de l'Eure et de l'Eure-et-Loir, il appartient à ce dernier département.

Les dimensions primitives de la seule table à peu près en place, mais inclinée dans la galerie étaient de 5 mètres de longueur sur 3m 50 de largeur. Cette table n'a pas aujourd'hui sa longueur primitive, elle est brisée en trois morceaux, le plus grand est à l'est, il mesure 3m 90 de longueur sur 2 mètres de largeur; le second situé à l'ouest, mesure seulement 2 mètres sur 1m 50; ver le nord, un autre bloc provient également de cette table, il mesure 1m 15 de longueur. En avant et au centre de la galerie, il existe une autre table couchée à plat, elle mesure 2m 60 de longueur et 1m 60 de largeur. A l'est, en dehors de la galerie, se trouve un bloc de 1m 35 de longueur, il est presque perpendiculaire à la galerie. Une troisième table de 2m 10 sur 1m 20 est couchée le long de la galerie, sur le côté est.

Du côté nord-ouest, on voit un bloc de grès de 1m 40 et vers le sud-ouest, une table de grès de 1m 70 sur 1m 35. Cette table est la plus intéressante de toutes, parce qu'elle porte, vers le sud, huit encoches de polissage et à côté trois cuvettes plus larges; à ses deux extrémités nord, on distingue deux autres cuvettes. Il n'est pas étonnant que l'on ait utilisé une des tables comme polissoir car, à cette époque, l'Eure devait couler au pied de cette allée couverte très peu élevée au-dessus du sol environnant. Les populations néolithiques avaient ainsi sous la main tous les accessoires utiles au polissage de leurs instruments, l'eau, le sable et un calibre en grès dur pour leur donner la forme définitive.

Toutes les pierres de cette allée couverte sont en grès quartzeux dans le centre duquel se trouvent souvent emprisonnés de gros galets siliceux. Trois blocs cependant ne contiennent pas de galets: 1° Cette table-polissoir; 2° le premier support situé à l'ouest de la galerie; 3° une table située au nord-ouest.

La galerie est orientée nord et sud, elle mesure 4m10 de longueur; elle compte seulement, vers l'est, trois supports, qui mesurent 1m25, 1m40 et 1m85 de largeur et un quatrième à l'ouest, du côté de la rivière; il mesure 1m50 de largeur. A l'intérieur du vestibule, la largeur est de 2m20. L'épaisseur moyenne des supports est de 0m40 à 0m45.

En terminant, nous devons formuler un souhait, c'est que M. de Reiset, propriétaire du monument, qui l'a fait récemment dégager des ronces qui le dissimulaient aux regards, fasse abattre les frênes qui disloquent les pierres: le pittoresque y perdra, mais il y a déjà trop de monuments qui ont été disloqués par le développement ou la chute des arbres; il est temps de les faire disparaître pour éviter de nouvelles mutilations.

Cette région est riche en mégalithes; nous citerons le dolmen du moulin de Cocherelle et d'Écluselles, commune de Montreuil, le dolmen brisé qui est dénommé le *Butor*; nous citerons aussi à proximité de Marcilly, sur la commune de Croth, près du Buisson de Croth, deux pierres plates accolées provenant sans doute d'un menhir brisé portant le nom de *Gravier de Gargantua*, et enfin sur le bord de la rive gauche de l'Eure, dans un buisson du *pré du Fourché*, près du château de Brazais, un polissoir en grès ladère mesurant 2m35 sur 3 mètres émerge du sol de 0m60, il porte une cuvette de polissage sur un de ses bords, elle mesure 0m35 sur 0m11.

M. Léon COUTIL

Correspondant du Ministère de l'Instruction publique

LES MONUMENTS MÉGALITHIQUES CHRISTIANISÉS DE L'EURE ET DE LA SEINE-INFÉRIEURE

— Séance du 8 août —

L'étude des mégalithes de la Normandie dont nous avons publié les nventaires, nous a amené à étudier quelques monuments aux formes ypiques; les curieuses légendes qui leur sont encore attribuées nous ont aussi permis de supposer que ce sont d'anciens dolmens ou men-

hirs transformés aux premiers temps du christianisme, c'est-à-dire vers le VIIe siècle.

Nous avons groupé ces monuments, en nous basant sur leur plus ou moins grand rapprochement d'un prototype, le dolmen ou le menhir.

1° Le trilithe formé de deux pierres verticales et d'une troisième horizontale posée sur celles-ci ne porte aucune marque extérieure et ces pierres sont à peine équarries, (*Table du cimetière d'Aubevoie*, (Eure).

Le trilithe porte une croix en relief sur la table. = *Croix d'Ymare ou de Rouville*, (Seine-Inférieure).

2° Au centre de la table du trilithe, on a placé une croix en pierre ou en bois, les anciennes pierres ont été un peu équarries. (*La Croix Dame Luce*, à Aubevoie et la *Croix Blanche*, à Surville. (Eure).

3° La table s'appuie sur quatre supports, qui ont été par la suite des temps quelque peu modifiés. (*Le tombeau de saint Ethbin à Port-Mort*. (Eure), monument refait en 1870; les anciennes pierres étaient frustres. (*La table de pierre de la fontaine Sainte-Clotilde* aux Andelys (Eure), détruite en 1799.

4° La table ancienne, équarrie, porte sur quatre supports retravaillés pour en faire des colonnes carrées ; au centre et un peu en arrière se trouve une croix de pierre. (*Croix de Sainte-Mauxe et Saint-Vénérand*, à Acquigny (Eure).

5° Le dolmen ou le trilithe a été refait à la fin du XIIe ou au XIIIe siècle et le modèle s'est perpétué jusqu'à nos jours; il se compose d'un autel en pierre formé d'une table portant en avant sur deux colonnes à facettes et en arrière sur la base d'une croix en pierre engagée dans la table de l'autel. (*Croix Saint-Ouen et Croix Rouge* à la Croix Saint-Leufroy, (Eure).

6° Menhir au haut duquel on a fait une niche pour placer une statuette (*La pierre de la Basse-Crémonville*).

7° Croix taillées dans d'anciens menhirs ? *La Croix Roger*, à Heudebouville ; la *Croix Percée*, à Neaufles, près Gisors (Eure) ; la *pierre du Pas Saint-Laurent*, à Eu (Seine-Inférieure).

Il est à remarquer que ces monuments ont toujours leur grand axe bien orienté, généralement nord-sud; ils se trouvent situés ordinairement le long de très-anciens chemins et quelquefois à peu de distance des rivières; toutefois la Croix Blanche de Surville, la Croix Roger à Heudebouville, d'Ymare et du Pas Saint-Laurent à Eu, sont situées sur des plateaux.

Généralement, à certaines dates, des pélerinages ont lieu auprès de

ces pierres, sous lesquelles on passe pour se guérir ou se préserver de certaines maladies.

Du reste, il existe en dehors de la Normandie, des monuments du même genre, M. A. de Mortillet cite en Seine-et-Oise, à Omerville, *la Croix quatre Pierres;* dans l'Aisne, *la Pierre du cimetière d'Arcy Sainte-Restitue*; dans la Charente, *la Pierre de Sainte-Marguerite*, située sur la commune de Petit-Lessac, près de Confolens.

Les transformations sont plus fréquentes dans le Morbihan; nous citerons *la Pierre de Crach,* transportée au musée de Vannes; *la Pierre Main Liève,* dans le cimetière de Landaul; le lech de Langoubrach, hameau de la même commune; le lech du cimetière de Landevant; celui de Languidic, sur la route de Landevant à Kervily; celui de la presqu'île du Plech, qui fait partie de la commune de Locall-Mendon; la pierre connue sous le nom du Moine, dans l'île de Locoal (même commune que le précédent); le lech de Legevin, commune de Nostang; le lech situé près du bourg de Plouharnel, celui qui se trouve dans le cimetière de Plumergat et un autre placé au coin de l'ancien cimetière de Pluvigner.

Dans les Côtes-du-Nord: la colonne de Saint-Tremeur, à Sainte-Tréphine, sorte de borne cannelée, avec croix et inscription.

Dans la Creuse: le menhir de la croix du Genest, à Azerables, qui porte sur une face une croix pattée, gravée peu profondément.

Dans l'Indre: deux menhirs sont marqués d'une croix; l'un se trouve sur la commune de la Châtre l'Anglin, aux lieux dits, la Croix de Puy-Morin et la Croix des Rendes; l'une de ces croix mesure $0^{m}25$ de longueur.

Sur les exemplaires de l'Eure et de la Seine-Inférieure, ces croix ont généralement les quatre branches égales; ce sont des croix de Malte, des croix pattées, ancrées ou au pied fiché, de formes très anciennes pouvant remonter à l'époque mérovingienne.

Nous pourrions multiplier les exemples pour prouver ces transformations; il nous suffira de rappeler qu'un décret de Théodose, de 383, ordonne de détruire les objets servant à consacrer le culte de l'idolâtrie ou de les *transformer*, suivant les pratiques de la religion catholique.

Un canon du concile d'Arles, en 452, « fait savoir aux évêques, sur le territoire desquels des fidèles révèrent des pierres, que s'ils négligent de détruire ce culte, ils se rendent coupables de sacrilège ».

Le concile tenu à Tours, en 567, « recommande au clergé de chasser de l'église quiconque sera vu faisant, devant certaines pierres, des

choses qui n'ont rien de commun avec les principes de ladite église ».

Mais ces édits n'avaient pas encore déraciné les vieilles coutumes, car un siècle après, en 668, le concile de Nantes « appelle l'attention des évêques et de leurs serviteurs sur les pierres vénérées dans des lieux retirés et boisés, où l'on fait des vœux et porte des offrandes, leur enjoint de les renverser et de les jeter dans des endroits si cachés, que jamais leurs adorateurs puissent les retrouver ».

Deux conciles de Tolède tenus, en 681 et 693, menacent de diverses peines « les vénérateurs de pierres ».

Pour notre région nous voyons, qu'en 698, le concile de Rouen, « dénonce ceux qui font des vœux aux pierres comme si c'étaient des autels, ou qui leur offrent des cierges et des présents, comme s'il y avait là quelque puissance qui put leur disputer le bien et le mal ».

Le concile réuni, en 743, à Leptines, près de Mons, a dressé une liste des superstitions encore en usage à cette époque, parmi lesquelles figurent le *culte des pierres*.

Aux instructions des évêques s'associent les ordonnances des rois. Une charte de Chilpéric, de la seconde moitié du VIe siècle, prescrit de détruire les monuments de pierre qui existent dans les campagnes.

Un demi-siècle après, Saint-Eloi défend aux chrétiens de faire des vœux ou des cérémonies diaboliques près des pierres.

On retrouve les mêmes interdictions dans un capitulaire de Charlemagne, rédigé à Aix-la-Chapelle, portant la date de 789 : « Au sujet des pierres ou quelques insensés vont s'adonner à des sujets superstitieux, nous ordonnons que cet abus si détestable et si exécrable à Dieu soit aboli et détruit ».

Il n'y a pas qu'en France où ces pratiques aient été poursuivies. En 967, un décret du roi Edgar menace de châtiments terribles ceux qui sont assez osés pour se livrer auprès de certaines pierres à des pratiques rappelant leur ancienne consécration, ou qui n'ont pas soin de les renverser. Mais cette décision ne paraît pas avoir produit grand effet, car, au XIe siècle, Canut le Grand fut obligé d'interdire l'adoration des pierres qu'il qualifiait de barbare.

Dans ces édits et ces instructions, les termes employés pour désigner ces monuments : *petræ, lapides* et *saxa*, sont assez vagues ; il est vrai, mais alors on ne s'inquiétait pas de fabriquer des mots dérivés du grec pour désigner des choses aussi simples.

Or, comme malgré toutes ces mesures, le culte des pierres survivait, le clergé dut songer à modifier légèrement d'abord, et à transformer plus ou moins, dans la suite, ces monuments primitifs.

Il est curieux de voir, malgré les transformations toutes récentes de

quelques monuments de l'Eure et de la Seine-Inférieure, les vieilles habitudes survivre.

Nous allons passer en revue ces divers monuments.

1° *La table de pierre du cimetière d'Aubevoie* (Eure). — Près de l'abside romane de l'église, on remarque deux pierres verticales sur lesquelles une troisième est placée horizontalement : ce monument se trouvait à l'entrée du cimetière, à côté de la chapelle des Frères de la Charité, mais il a été déplaçé, en 1896. Les supports avaient eux-mêmes été remplacés précédemment, car l'un d'eux est formé d'un débris d'ogive.

A la fin du siècle dernier, les Chartreux perçevaient la dîme sur cette pierre.

Aujourd'hui, les jeunes Frères de Charité de la paroisse prêtent serment à la confrérie sur cette pierre; on y vend aussi les serviettes qui ont servi dans les enterrements à supporter le crucifix.

La croix d'Ymare ou de Rouville (Seine-Inférieure). — Cet intéressant monument se trouve a la limite des communes d'Alizay, d'Ymare, de Pitres et des départements de l'Eure et de la Seine-Inférieure. Il se compose de deux tablettes verticales mais un peu inclinées supportant, à 0m80 du sol, une dalle horizontale de 1m35 de longueur, sur 0m80 de largeur et 0m22 d'épaisseur.

A une époque difficile à déterminer, dans l'angle gauche de cette table, on a sculpté une croix latine offrant un léger relief, dont une branche mesure 0m50 de longueur et le croisillon 0m40.

Comme ce monument se trouve assez élevé (cote 125 de la carte), à la bifurcation de chemins, de trois communes et de deux départements, on pourrait croire qu'il s'agit de pierres limitantes.

2° *La Croix Dame Luce*, à Aubevoie (Eure).— A quelques centaines de mètres de la *Table de pierre* du cimetière d'Aubevoie, on remarque un monument restauré, vers 1860; avant cette époque, le trilithe dont le centre de la table supporte une pyramide de pierre, sur laquelle est ajustée une croix en fer, se trouvait sur un tertre de 1m50 environ de hauteur. Ce monument porte le nom de *Croix la Muche*, tandis que le cadastre porte le nom de Croix Dame Luce ; il se trouve à la bifurcation de la rue des Hottots et du chemin qui gravit la colline, jusqu'au triage de la Rioult, où il porte le nom de Vieille-Rue, après avoir contourné les dépendances de la Créquinière et de Bethléem. Cette croix portait déjà le nom de Croix Dame Luce sur un terrier du fief de Berou, fait par Me Antoine Félix Baroche, notaire royal à Gaillon. Le fief de Bérou était un plein fief de haubert dépendant de la paroisse de Saint-Georges d'Aubevoie et relevait du duché de Gisors.

La Croix Blanche, à Surville (Eure). — En suivant la route actuelle de Louviers à Quatremarre, un peu avant d'arriver à Damneville, à gauche et à 50 mètres du chemin, sur le bord d'un vieux chemin dit de la Croix Blanche, on remarque un monument analogue ; la table en pierre fruste mesure 1m90 de longueur sur 0m 90 de largeur, un petit biseau se trouve en dessous, comme sur la croix Dame Luce, et deux gros supports de 0m80 de hauteur soutiennent cette table, au centre de laquelle on a placé, dans une cavité, une croix en bois qui a été réédifiée en 1882.

3° *Le tombeau de Saint-Ethbin*, à Port-Mort (Eure). — A 100 mètres environ de la Garenne, se trouve un monument composé jadis de quatre supports en pierres frustes sur lesquels se trouvait posée horizontalement un cinquième bloc recouvrant le tout. En 1870, il a été refait en pierre blanche et le curé de la paroisse a fait graver dessus : « *Saint Ethbin, priez pour nous*, » parce que, paraît-il, ce saint personnage serait inhumé en cet endroit.

Or, d'après le *Martyrologium gallicanum*, réédité dans la *Gallia Christiania*, puis dans les Annales Bénédictines (I. 593), et les *Diplômes* de Mabillon, (p. 472), le moine écossais Ethbin fut martyrisé au VIIe siècle et aurait été inhumé dans un terrain donné par Vandemir, aux environs de Port-Mort. Cet acte de donation est daté de la 17me année de Thierry III, c'est-à-dire probablement de l'année 687.

Le Curé de Port-Mort, ignorant sans doute les citations précédentes et voulant donner plus d'intérêt au pélerinage qui a lieu tous les ans, en cet endroit, le dimanche après l'Ascension décida, vers 1870, de refaire un monument moins fruste que le précédent. En indiquant aux pélerins que c'était le tombeau de Saint-Ethbin, il n'a pas tenu compte des fouilles faites sous ces pierres, vers 1868, par M. l'abbé Lecoq, car ses recherches ont amené la découverte de plusieurs ossements humains.

Or, il est impossible d'admettre que les prêtres de Port-Mort qui ont conservé avec tant de soin quelques débris osseux de Saint-Ethbin, aient pu négliger de recueillir jadis tous ses ossements. Comment se fait-il donc que M. l'abbé Lecoq en ait retrouvé encore d'autres, si toutefois c'était bien là qu'avait été inhumé le moine écossais. Il y a là une contradiction, et il eut été plus sage de laisser subsister le vague que de préciser l'endroit de la sépulture, en la rendant officielle par une épitaphe.

Ce qui permet en outre de supposer qu'en cet endroit existait un dolmen, c'est qu'un beau menhir se trouve à 500 mètres plus loin, le long de la route de Vernon aux Andelys, menhir connu sous le nom

de *Gravois de Gargantua*. Or on sait, qu'en Bretagne, le menhir accompagne ordinairement les sépultures dolméniques.

La table de pierre de la Fontaine Sainte-Clotilde, aux Andelys (Eure).

Cette table de pierre fut dessinée, en 1781, et le dessin a été reproduit dans l'*Histoire des Andelys*, de de Ruville : on voit une table de pierre supportée par quatre gros piliers, mais le graveur sur bois croyant bien faire a indiqué des barres horizontales, comme s'il s'agissait d'assises de pierres ; il a enlevé ainsi le caractère fruste des supports.

Jacques Demai, chanoine d'Ecouis, dans sa *Vie de sainte Clotilde*, publiée à Rouen, en 1613, donne la traduction d'un auteur anonyme du XIVe Siècle, où il parle de la coutume qu'avaient les pèlerins de passer à trois reprises, sous une *table de pierre* qui se trouvait près de la source de Sainte-Clotilde, après s'y être baignés. Ces pierres sont encore signalées en 1678, sur un registre de la paroisse Notre-Dame, où il est question d'un baptême fait sur cette pierre, près de la Fontaine. Le dolmen, plus ou moins transformé fut détruit, en 1799, à la suite d'un arrêté municipal, par décision du Directoire qui défendait les manifestations religieuses.

4° *La Croix de Saint-Mauxe et de Saint-Vénérand*, entre Acquigny et Heudevrille (Eure). — A environ 3 kilomètre de la Croix de Saint-Ouen et de la Croix-Rouge, à mi chemin d'Heudreville et d'Acquigny, au confluent des rivières de l'Eure et de l'Iton près de la voie romaine de Rouen à Chartres se trouve la Croix de Saint-Mauxe et de Saint-Vénérand ; sa forme rappelle les deux croix précédentes, mais elle a subi une nouvelle modification. La croix de pierre est isolée de la table et celle-ci porte sur quatre colonnes au lieu de deux ; on a apporté récemment encore quelques variantes à cette croix.

Le chapiteau et la croix de fer sont du style de la fin du XVIe siècle, mais nous n'osons affirmer qu'ils remontent à cette époque.

Une croyance curieuse est attachée à cette croix ; on doit aussi passer sous la table et faire le tour de la croix, puis on prend un des petits cailloux (galets plats provenant des alluvions de la rivière), qui sont placés au pied de ces pierres et en l'appliquant sur le milieu du front, il doit tenir seul.

Ce serait un souvenir de la lapidation des martyrs.

Mais pour réussir il faut user d'un stratagème, c'est-à-dire choisir un caillou plat, très mince, et l'appuyer fortement contre la peau qui étant un peu humide (le pélerinage ayant lieu en été) celle-ci adhère pendant quelques instants au petit caillou.

D'après une autre légende, l'herbe ne pousserait pas dans l'Iton, à l'endroit ou les martyrs l'auraient traversée *à pied sec :* justement ces rivières l'Eure et l'Iton sont très chargées d'herbes aquatiques !

Il n'est pas surprenant que Saint-Mauxe et Saint-Vénérand en voulant exhorter les habitants à abandonner les pratiques religieuses qu'ils faisaient au dolmen construit en cet endroit y aient été martyrisés.

Du reste, les dolmens sont nombreux dans toute cette vallée de l'Eure, le long de la voie romaine allant de Ratumages (Rouen) à Chartres.

5° *La Croix Saint-Ouen et la Croix Rouge*, à la Croix Saint-Leufroy (Eure) = Il nous reste à parler de croix d'un style différent qui se rapprochent beaucoup des autels du style ogival primitif ; nous supposons que c'étaient aussi des dolmens qui ont été transformés à la fin du XIIe ou au XIIIe siècle et qui se sont ainsi conservés dans ce style jusqu'à nous. Il existe des autels de ce genre dans les églises d'Hennezis (Eure), de Norrey (Calvados) et de Vire (Orne).

La Croix Saint-Ouen nous paraît la plus ancienne des deux, car au VIe siècle, l'évêque de Rouen fit modifier tous les monuments païens de sa région, afin d'habituer les fidèles à la nouvelle religion.

Le territoire des Eburoviques étant voisin du pays des Carnutes, centre religieux par excellence, nous dit César dans ses commentaires, la prédication de nos premiers apôtres, a dû porter davantage sur ce point. Il n'est donc pas étonnant que nous voyons encore aujourd'hui trois transformations des nombreux dolmens, qui se trouvaient sur la rive droite de l'Eure (depuis Chartres jusqu'au confluent de cette rivière dans la Seine), et comme ils ont été modifiées surtout par Saint-Ouen, il était naturel que l'un d'eux lui fut dédié.

La Croix Saint-Ouen se compose d'une tablette rectangulaire de pierre, avec une moulure sur les bords ; elle porte en avant sur deux colonnes cannelées et en arrière sur le socle d'une croix dont le fût en pierre la traverse. Au sommet de cette colonne est fixée une croix en fer.

Un pélerinage avait lieu tous les ans devant cette croix. Le jour de Saint-Jean, aux vêpres, on s'y rendait en procession. La confrérie de Saint-Sébastien composée de jeunes gens marchait en tête ; l'échevin tenait le bâton de Saint-Sébastien, on allumait un grand feu de bourrées et les pélerins emportaient des charbons que l'on mettait au feu pendant les orages, afin de conjurer la foudre.

Cette curieuse coutume s'est perdue depuis quelques années.

Tout récemment, à quelques mètres de la Croix Saint-Ouen, on a

trouvé des ossements placés sous des pierres frustes, mais nous n'avons pu obtenir encore de renseignements précis pour dater ces sépultures.

Quant à la *Croix Rouge*, située a quelques centaines de mètres de la Croix Saint-Ouen, elle ressemble entièrement à celle-ci.

Nous avons trouvé à la Mairie de la Croix Saint-Leufroy, une belle plaque de bronze qui était placée jadis sous la table de pierre de la Croix Rouge. Un motif gravé en décore la partie supérieure, on y voit la Providence tenant la croix et les tables de la loi ; elle est appuyée sur des faulx, un sablier, des ailes de chauve-souris et des lampes chrétiennes, emblèmes de la destinée humaine.

Sous cette gravure, on lit l'inscription suivante :

« En l'an 1714, le 28e jour de septembre, une croix avait été élevée « ici par les soins et aux frais de Catherine Puchot, dame de Bimorel ; « elle se trouva renversée par le laps de temps. La croix qui existe « maintenant a été élevée le 12 octobre, l'an 1828, par les soins et aux « frais de M. Lehayer de Bimorel, Alexandre-Marie-François, ancien « conseiller au Parlement de Normandie, petit-fils de feu M. De Bimo- « rel, président à Mortier au même Parlement.

« Passants, arrêtez-vous pour dire un *pater*. »

Le fief de Bimorel remonte au XIIIe siècle, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par les vestiges de la ferme qui existe au sommet du coteau voisin.

La Croix Rouge se trouve presque à la bifurcation des vieilles routes de Gisors à Evreux et de la voie romaine de Rouen à Chartres.

Comme menhirs ayant subi des transformations, nous pouvons citer le menhir de la Basse-Crèmonville, situé sur la commune de Saint-Etienne-du-Rouvray (Eure), le long de la route de Louviers à la gare de Saint-Pierre-du-Vouvray, parallèlement à la ligne du chemin de fer, à 30 mètres de celle-ci et à environ 16.000 mètres de la gare du Vaudreuil. A 50 centimètres du sommet de la pierre se trouve une cavité rectangulaire mesurant environ 0m20 de côté et 5 centimètres de profondeur ; elle a dû servir pour placer une statuette.

Quant à la *Croix Roger* située à l'entrée de la commune d'Heudebouville et la *Croix aux Chiens*, située près du hameau du Petit-Beaucher, commune de Saint-Pierre-du-Val (Eure) ; elles ont pu être taillées dans des menhirs ; elles sont en calcaire supérieur du pays rempli de silex, la surface est très rugueuse et pleine d'aspérités. Dans tous les cas, les croix seraient au moins mérovingiennes ou carlovingiennes.

Pour la *Croix Percée* de Neaufles (Eure), la transformation ou du moins l'origine du monument peut remonter au IXe ou Xe siècle.

Quant à la *Croix du Pas Saint-Laurent* (Seine-Inférieure), il est plus difficile de se prononcer sur son style.

Pendant qu'il en était temps encore, nous avons voulu décrire ces vieux monuments, qui seront remaniés dans un avenir prochain. Nous ne prétendons pas qu'ils ont tous remplacé des mégalithes, mais cependant par leurs formes ils permettent d'émettre cette hypothèse.

Quant aux croix qui affectent, elles aussi des formes bizarres et qui ont été taillées dans des blocs de calcaire à silex de couches supérieurs nous ne devons pas en négliger la description.

8° *Le menhir de la Basse-Crémonvelle,* près le Vaudreuil (Eure).

M. F. DOUMERGUE

Professeur au Lycée d'Oran

CONTRIBUTIONS AU PRÉHISTORIQUE DE LA PROVINCE D'ORAN

[571-2 (65)]

— Séance du 8 août —

Dans ces dernières années j'ai relevé un grand nombre de stations préhistoriques. Je crois utile de signaler les principales. En voici l'énumération :

Environs d'Oran

Arbal. — Station de chemin de fer à 18 km. d'Oran. — A 450 mètres au N.-O. de la gare se trouve l'emplacement d'un ancien campement. Pour le retrouver on prend, en sortant de la gare, la route de Valmy. Au km. 19,5, à 130 mètres du pont, on s'arrête. La station préhistorique est à 50 mètres à droite, sur le petit mamelon qui vient mourir non loin de la route. Un champ étroit l'en sépare. On traverse ce champ et on monte sur le mamelon.

La terre du dépôt archéologique est d'un gris noirâtre qui tranche sur le sol environnant. Elle s'étend sur le versant est du mamelon car la charrue l'a étendue. Sa superficie est d'environ 500 mètres carrés. J'en ignore la profondeur. Les fouilles nécessiteraient une main-d'œuvre assez importante. De plus le champ étant semé

tous les ans, on ne pourrait faire les recherches qu'en été et en plein soleil. Il faudrait travailler sous la tente.

La couche archéologique est pétrie de débris d'helix.

A la surface j'ai trouvé :

1° Deux astragales de Bos opisthonomus *Pomel.*

2° Un fragment d'os long humain.

3° Un instrument en pierre polie que je décrirai plus loin.

4° Un large morceau de poterie grossière à pâte noire.

5° D'assez nombreux silex et calcaires, tous grossièrement éclatés.

Voici la description de l'instrument en pierre :

Pour plus de clarté, je vais exposer la façon dont il a été travaillé. On a choisi un galet de grès, large, à grandes faces planes et parallèles. Son épaisseur est de 0m 04. Les côtés et les bouts ont été usés et rendus plans. On a ainsi donné au pourtour du galet la forme d'un trapèze dont les dimensions étaient : grande base, 0m 11 ; petite base, 0 m 075 ; hauteur, 0m 12. Ce premier travail terminé, l'ouvrier a abattu les angles et a arrondi régulièrement les bases sous un grand rayon. Il a ainsi donné à l'instrument son contour définitif qui est celui d'un ovale dont le petit bout est élargi. Les côtés sont restés polis. Les bases sont piquetées ; elles ont pu devenir rugueuses par l'usage.

L'une des grandes faces est aussi polie. Celle qui lui est opposée a le grain fin. Au centre de cette dernière se trouve une petite dépression. Elle me paraît produite par des chocs.

La grande face polie servait probablement de meule. Les bouts devaient servir de broyeurs. On tenait, pour cela, l'instrument vertical et on lui imprimait un mouvement de pendule renversé. Les côtés polis devaient, eux aussi, être destinés à un usage particulier. Enfin la dépression de la grande face, non polie, indique que la pierre servait encore de marteau.

La facture de l'instrument que je viens de décrire permet de préjuger que la station d'Arbal appartient à l'âge néolithique. Toutefois cette hypothèse devra être démontrée par des fouilles. Elles ne seront peut-être pas très productives, mais elles présenteront sûrement un très haut intérêt. La couche ne peut offrir de mélange. Est-ce là la station isolée, à couche unique, dont j'ai toujours préconisé la recherche ? Je n'ose l'affirmer, mais je crois que l'étude de cette station permettrait d'établir un point de repère sérieux pour la classification du préhistorique des environs d'Oran. Dans l'intérêt de la science, des fouilles s'imposent.

La Sénia. — Daya Morselli. — S. T. sur le fond du grand lac salé. Les populations des environs d'Oran allaient probablement recueillir le sel sur le lac.

Lauriers-Roses. — Deux tumulus sur le Hammar Seroudj L'un, à la côte 517, a dix mètres environ de diamètre. Le cercle extérieur est bien apparent. Il est formé de pierres non saillantes de 0m 40 à 0m 50 de côté. L'autre se trouve à la côte 580 Il est démoli et les pierres éparses couvrent une surface de 50 mètres de diamètre. Les deux tumulus ont été violés.

Oran. — Ravin de Noiseux. — 400 mètres après les grandes grottes il existe un dépôt probablement synchronique de celui de ces dernières. Il a eu là un vaste

abri dont il ne reste que le fond dans la falaise rocheuse. Cette excavation est facile à retrouver : c'est la dernière que l'on voit sur le flanc droit lorsqu'on remonte le ravin ; en face débouche un ravin secondaire du versant gauche ; enfin la couche noire qui glisse jusque sur le sentier, attire nettement l'attention.

Un examen superficiel m'a donné quelques mauvais silex, deux lames assez bonnes, un calcaire taillé sur une face et un morceau de bord de vase portant un fragment de la couronne dentée servant d'anse.

Je reverrai la station après les pluies d'automne.

Saint-Lucien. — Sur le vaste territoire de la commune mixte de Saint-Lucien les silex et les tumulus ne sont pas rares.

Voici quelques stations d'une certaine importance.

1° *Ougaz.* — S. T. et quartzites sur le plateau du Télégraphe dans le dj. Aoud Sma.

2° *Mare d'Eau.* — Un atelier se trouve sur la rive gauche de l'Oued Ougasse en aval de l'embouchure du Cht-el-Djouar, au point où le sentier contourne l'éperon montagneux de la rive droite. Les éclats y sont très nombreux ; les silex taillés, rares.

3° *El Gada.* — Quartzites et S. T. communs dans la forêt où les sources ne manquent pas

Une station très-importante se trouve à l'Ain-El-Affeur.

De Sebdou à Daya par El Aricha et Bedeau

Sebdou. — Malgré l'abondance de l'eau, les silex m'ont paru rares à Sebdou. J'ai probablement mal vu.

R'irans du pont de la route de Tlemcen sur la Tafna. — Ces excavations artificielles, déjà signalées, se trouvent de chaque côté de la culée du pont sur la rive gauche. Elles sont plus petites que celles d'Ouzidan et taillées dans une roche plus compacte. Elles sont souvent formées de deux pièces, séparées soit par une muraille taillée dans la roche tendre, soit par des piliers. Sur les parois se trouvent des niches surbaissées en anse de panier, où étaient sans doute rangés les ustensiles de ménage. L'ouverture de ces niches est large de 0m 50 et haute de 0,30 à 0,40. Leur profondeur est de 0m15 à 0m20. Leur sole est creusée de quelques centimètres. Ce creux n'atteint pas la façade. Il y a donc un rebord.

Le sol des grottes est rocheux ; il n'est pas recouvert par une couche de dépôt. J'ai cherché vainement des silex aux alentours. Je dois avouer que je ne suis resté que peu de temps sur les lieux.

Daya Fert. — S. T. dans la Daya, autour d'El Aouedj.

Silex épars, dans l'alfa, d'El Aouedj à El Aricha.

El Aricha. — J'ai recueilli un magnifique grattoir pédonculé dans la plaine où les silex sont rares.

Dans les environs j'ai relevé quelques stations importantes.

1° *Lit de la dépression qui s'étend au sud de la redoute.* — Silex petits, assez nombreux sur le limon ; fragments d'œufs d'autruche.

2° *Butte du Champ de tir.* — Silex abondants de très petite facture.

3° *Merqueb.* — On appelle ainsi le plateau rocailleux qui s'étend au sud-est d'El Aricha et que coupe la route de Mécheria. Les silex y sont épars, mais assez nombreux. Une station importante se trouve sur la route de Méchera-el-Harchaïa entre le 4e et le 5e km. sur le bord du Garet er Rema.

3° *Djebel Mekaïdou.* — Ce massif montagneux est situé au nord d'El Aricha. Un

poste optique, le domine à l'altitude de 1,442 mètres. Si on prend le sentier qui, du poste, descend au nord vers la plaine, on traverse, vers le troisième kilomètre, une station de silex très importante.

Presque tous les silex sont taillés en forme de grattoirs et retouchés. Ceux-ci sont de deux sortes : les uns, presque circulaires, sont retouchés sur leur pourtour ; les autres, taillés dans un rectangle, sont arrondis et retouchés aux deux extrémités, en forme de doubles grattoirs. Les grattoirs circulaires ont de 2 à 3, 5 centim. de diamètre.

Les doubles grattoirs mesurent 0 m 03 de long, 0 m 15 de large et 0,008 à 0,010 d'épaisseur. Généralement l'un des bouts est plus étroit que l'autre ; souvent même le grattoir a la forme d'une virgule. Tous les silex sont taillés sur une seule face, l'autre étant plane.

Si on traverse le ravin qui est à droite pour escalader l'autre côteau on trouve, à la même hauteur, une deuxième station identique à la première. Je n'ai pas visité les autres côteaux parallèles.

Avec les silex que je viens de signaler on en trouve de très petits finement taillés, mais ils sont relativement rares.

Les stations du J. Mekaïdou ont beaucoup de rapports avec l'atelier de Taërziza où les grattoirs des mêmes types sont communs. Mais, tandis qu'il y a mélange à Taërziza, il n'y en a presque pas au dj. Mekaïdou, où la station est typique.

Le djebel Mekaïdou est absolument dépourvu d'eau. Il faut donc supposer que jadis, les ravins secondaires n'étant pas encore débouchés, il existait de grandes cuvettes au moins hivernales.

5° *Djebel-Sidi-el-Aâbeb.* — Ce massif montagneux qui s'étend dans le Maroc commence à 18 km. à l'O. d'El Aricha.

J'y ai trouvé 4 ou 5 silex dont un bien taillé. Je n'ai pu faire des recherches spéciales ayant visité cette montagne en plein été. De plus la région n'étant pas sûre, on ne peut s'éloigner du campement.

D'El Aricha à Bedeau. — J'ai revu plusieurs fois la station de Taërziza connue depuis longtemps. Il y a là le plus grand amoncellement de petits silex taillés que je connaisse dans la province. Beaucoup de grattoirs ressemblent à ceux du dj. Mekaïdou.

Le long de la route les silex sont épars et assez communs par places.

Bedeau. — Les silex sont assez répandus dans les environs. Voici les stations les plus importantes que j'ai relevées :

1° A l'ouest de la voie ferrée, en allant sur Raz-el-Mà, à 4 à 5 km. de Bedeau, les silex sont nombreux. Il y en a des tas sur plusieurs points.

2° Vers le 4e km. de la route de Bedeau au djebel Beguirat se trouvent plusieurs tumulus. Ils ont de 10 à 12 mètres de diamètre et sont assez élevés. M. Carrière en a signalé dans la même région. Ils ne sont pas rares dans les environs de Bedeau.

3° *Djebel Beguirat.* — Je n'ai rien trouvé ou à peu près sur le plateau de l'optique. Il y a une bonne station au col. Avec les silex j'ai récolté un morceau de basalte cellulaire qui venait de loin.

4° Une autre station se trouve au nord de Bedeau près de la grande tranchée de la voie ferrée. En ce point, à l'ouest, entre le remblai et la colline, les silex, de petite facture, sont assez nombreux.

Oued-Sba. — Cette rivière coupe la route de Bedeau à Daya. Je l'ai remontée depuis le pont jusqu'aux sources de Timzouïn. Dans ce parcours, d'environ 5 km. j'ai relevé plusieurs stations.

1° *Abords de la route de Daya.* — Silex, petits, très nombreux, avec des grès de facture moustérienne, taillés à gros éclats, larges de 4 à 6 centimètres. J'ai recueilli là une magnifique pointe de flèche triangulaire. Le triangle, équilatéral, a 18-19 millimètres de côté. Les bords formant la pointe sont retouchés en dessus et en dessous. La base est unie et taillée en biseau tranchant. La surface du biseau est aussi triangulaire ; elle a 18 millim. de base et 10 millim. de hauteur. La longueur de la pointe de flèche est de 17 millim.

2° Dans la forêt, presque sur la lisière, à deux kilomètres environ du pont, il y a plusieurs tumulus de 5 à 6 mètres de diamètre. Ils sont formés de gros moëllons bruts.

3° *Cimetière du marabout Sidi Aïssa Lahmar.* — Petits silex.

Daya. — Des tumulus ont été déjà signalés à Daya. J'en ai vu 7 ou 8 aux environs d'Aïn bou Touega, au nord-est. Dans cette région les silex sont assez nombreux. Ce sont de petites lames plus ou moins retouchées. A signaler un magnifique petit tranchet de forme trapézoïde. La grande base a 11 mill., la petite 5; la hauteur est de 13 mill. Les côtés latéraux sont bien retouchés ; ils ont une épaisseur de 1,5 mill. La face du biseau a 3 mill. de large.

A mentionner aussi une moitié inférieure d'herminette trouvée au sud du Bou Touega. Dimensions : tranchant 0,04, plus grande largeur 0,048, longueur 0,065, épaisseur 0,017. La roche est verdâtre, de nature dioritique.

Environs de Saïda

1° *De Saïda à Tifrit.* — En mars 1894, j'ai suivi la route de Saïda à Tifrit et visité cette dernière localité. Le long de la route, les silex ne manquent pas. J'y ai relevé trois stations importantes.

1° *Vers le 18e kilomètre.* — Station à éléments moyens du type jaunâtre d'Aïn-el-Hadjar. Les pièces ont de 4 à 6 centimètres. Ces silex sont taillés à grands éclats sur les deux faces.

2° *Vers le 22e kilomètre.* — Dans un large bas-fond, silex assez bien taillés. Quelques-uns sont retouchés. A signaler de cette localité une belle quartzite dont les dimensions sont 0m10 et 0m055 L'épaisseur est de 0, 04.

3° *Aïn Mana.* — Vers le km. 24, le ruisseau d'Aïn Mana coupe la route. Sur les bords de l'oued, les silex abondent. Là la nature et la taille de la roche changent Le silex est d'un rose foncé presque rouge ; il est débité en lames petites mais encore grossières. Cette station est un atelier. Les silex paraissent synchroniques de ceux de la grotte R'ar oum el Fernan dont je parlerai plus loin.

4° Une autre station se trouve dans la dernière dépression cultivée non loin de la colline qui la sépare de la vallée de Tifrit. Les silex y sont de diverses factures. Il s'y trouve encore quelques éléments moyens du type d'Aïn-el-Hadjar.

Après avoir franchi la colline, la route débouche dans la vallée de Tifrit en amont des cascades. La maison cantonnière et une petite ferme représentent la civilisation dans cette solitude. Le séjour n'y est possible que si l'on est assuré du concours des autorités.

Lorsque j'arrivai à Tifrit, mon regretté ami le capitaine Poirier m'y attendait. Je le trouvai campé dans la grande grotte des Cascades R'iran-Djedam. Je l'obligeai à déménager et nous allâmes nous installer dans la maison cantonnière que M. Alliot, administrateur à

Saïda, avait obligeamment mise à notre disposition. Quelques brassées de paille obtenues à grand peine formèrent nos couchettes.

M. le général Oudri, alors colonel à Saïda, assura nos transports et notre ravitaillement. Je ne saurais trop lui renouveler nos sentiments de vive gratitude.

Le capitaine Poirier avait entrepris quelques sondages dans la grande grotte. Nous les continuâmes. La couche archéologique est absolument sèche. Il est impossible de la remuer sans être enveloppé d'un nuage de poussière. Nous abandonnâmes les fouilles qui ne nous donnaient que des restes de l'époque la plus récente.

Mon but n'était pas de séjourner à Tifrit. J'allais à Frendah. Je devais commencer des fouilles, donner les instructions nécessaires à l'ami Poirier pour les continuer et partir. Douze jours de pluies persistantes m'obligèrent à rester à Tifrit.

Ayant abandonné la grotte de la cascade, nous cherchâmes d'autres abris. En remontant la vallée nous en trouvâmes plusieurs. Bientôt nous acquîmes la conviction qu'ils abondaient dans la région. Mais la pluie ne nous permit pas d'en faire le dénombrement. Nous fîmes des sondages dans les trois plus grandes excavations de l'oued Djedien et nous décidâmes de fouiller l'une d'elles.

Voici quelques indications sur les trois abris :

1° *Le trou du Rhardi*, (Le trou du romain). C'est une véritable grotte stalagmitique. Elle est située sur le flanc gauche de la vallée de l'oued Djedien. L'ouverture, au ras du sol, est au fond d'un court vallon qui s'élargit en cercle. Elle est assez difficile à trouver car on ne l'aperçoit pas du fond de la vallée. En outre, elle est obstruée par de gros rochers.

On y descend par un large boyau en pente d'une dizaine de mètres. On arrive d'abord dans une première chambre qui s'étend à droite. Dans le prolongement du boyau s'ouvre une deuxième chambre très vaste en forme de cirque. Le plafond est surbaissé et le sol couvert de blocs détachés des parois.

Nous avons fait un sérieux sondage dans la première chambre. Nous n'en avons rien retiré. La couche archéologique, si elle existe, doit se trouver à une grande profondeur car les pluies amènent les terres dans la grotte.

2° *La grotte Blanche.* — Un peu en amont de la précédente. C'est un vaste abri visible du fond de la vallée. Un bon sondage ne nous a donné aucun résultat. Toutefois cette grotte est à fouiller car la couche de dépôt y est très épaisse.

3° *La grotte de la Mère du Chêne (R'ar oum el Fernan).* — Cette grotte que nous avons vidée en grande partie se trouve sur le flanc droit de la même vallée (O. Djedien). C'est un bel abri semblable à ceux d'Oran. On ne peut le voir du bord de la rivière, de gros chênes en masquant la vue.

Pour le retrouver, on passe, au premier gué, sur la rive droite de l'oued Djedien et on escalade la pente jusqu'à la falaise rocheuse. En suivant la muraille à droite on ne tarde pas à trouver l'abri.

Du R'ar oum el Fernan si on tire une ligne traversant la vallée on voit, un peu à

gauche, sur l'autre versant, la grotte Blanche. Le trou du Rhardi est à droite. La région est très boisée.

La Mère du Chêne est certainement une des grottes les plus intéressantes parmi celles que j'ai fouillées jusqu'ici. J'y ai fait des observations de la plus haute importance. Les restes d'ossements y étaient extrêmement rares. En revanche ceux d'industrie y étaient assez communs et de belle facture. C'était plutôt un lieu de sépulture qu'un lieu d'habitation. Je crois y avoir relevé les preuves d'incinérations méthodiques.

Je publierai en détail le résultat des fouilles aussitôt que je pourrai y consacrer le temps nécessaire.

Les silex des pentes et ceux de la vallée sont petits, de couleur rose comme ceux de l'Aïn Mana.

2° *Grotte éboulée du camp d'Abdelkader à Saïda.* — Par une pluie battante j'ai visité cette station. En suivant les indications que m'avait données le capitaine Poirier je la retrouvai facilement. Si on suit la route de Saïda à Aïn-el-Hadjar on passe devant le mur d'enceinte du camp d'Abdelkader. A l'extrémité du camp le rempart tourne à angle droit pour rejoindre la falaise rocheuse. On longe le mur jusqu'à la falaise que l'on remonte à droite. A quelques mètres se trouve, sur la crête, une coupure. C'est l'emplacement de la grotte éboulée. La couche archéologique est à découvert ; elle a été convertie en brèche par l'action des pluies. Les silex sont blancs, du même type que ceux de la grotte de l'oued Saïda, mais bien plus beaux. Ils sont difficiles à extraire de la brèche.

De Tafaraoua à Sfissifa

L'année dernière j'ai pu, grâce à l'extrême obligeance de M. Calzada de Kralfallah, visiter la région de Tafaroua à Sfissifa. Sur tout le parcours les silex ne sont pas rares et certaines stations sont importantes. Voici les principales :

1° *Tafaroua.* — Eau abondante. Silex très petits et moyens. Roches de diverses espèces. Tafaraoua a été de tout temps un point de transhumance, aussi de nombreuses formes de silex s'y rencontrent.

2° *Kralfallah.* — S. T. assez communs et épars. Ils sont de meilleure facture que ceux de la région du Khreider. On y trouve quelques petits grattoirs généralement taillés sur une seule face.

3° *El Mayï.* — 3 km. avant El Mayï les silex sont assez abondants dans l'alfa aux abords de la route. Autour du bord je n'ai rien trouvé.

4° *Found d'El Mayï.* — Avant d'arriver dans le Chott-el-Chergui, on s'engage dans un défilé où se trouvent de nombreux puits. A la sortie on voit, de chaque côté, de nombreuses excavations du type des R'irans de Sebdou. Ces grottes artificielles sont creusées dans un tuf sablonneux qui s'éboule facilement. Aussi plusieurs ouvertures sont elles obstruées. Les alentours sont abondamment pourvus de silex.

A gauche, l'extrémité de la colline est couronnée au sommet par une enceinte fortifiée que je n'ai pu visiter.

5° *Sfissifa.* (Les Saules).— Source abondante. Les silex sont très-communs par places. Ils sont en général grossiers ; quelques-uns montrent des retouches. Il y a

aussi des fragments d'œufs d'autruche. Je n'ai pas eu le temps de visiter les hauteurs qui dominent Sfissifa au sud-ouest.

6° *Petit Khadra.* – Sources abondantes à 7 km. au sud de Sfissifa sur la route de Géryville. — A 5 km. de Sfissifa, la route borde des ruines berbères très étendues, dont il ne reste que les fondations. L'emplacement occupe environ quatre hectares. Sur le sol sont épars de nombreux silex et beaucoup de débris de poteries. J'y ai recueilli un fragment de pectoncle. Les habitants de Sfissifa m'ont dit que ces ruines étaient romaines. Je n'y ai pas vu une seule pierre équarie. Une inscription a été pourtant signalée dans cette région. (Khadra ! lequel?)

Je n'ai pu arriver jusqu'au grand Khadra.

Il serait intéressant de visiter en détail la région de Sfissifa. Les sources y étant abondantes, les stations préhistoriques doivent y être nombreuses. La plaine qui s'étend entre le petit Khadra et le grand Khadra paraît être d'une grande fertilité. Elle a dû être peuplée. On pourrait y créer au moins deux centres agricoles.

Du Kreider à El-Abiod-Sidi-Cheikh par Bou-Ktoub et Géryville

L'année dernière, j'ai longuement séjourné au Kreider et à Géryville. Grâce à l'obligeant concours que m'ont prêté MM. le commandant Godron et le capitaine Marignac, j'ai pu aller jusqu'à El Abiod-Sidi-Cheikh. Sur ce long parcours, j'ai vu des silex à peu près partout. Je ne signalerai que les stations les plus intéressantes.

1° *Khreider.* — Les silex ont été depuis longtemps signalés au Khreider [1]. Je crois devoir signaler tout particulièrement la station d'Aïn-Sidi Khalifa. Les silex y sont assez abondants. On y trouve des lames épaisses taillées et retouchées.

2° *Bou-Ktoub.* — Pas d'eau. Aussi silex rares et épars.

3° *Route de Bou Ktoub à Géryville.* — J'ai récolté quelques silex autour du caravansérail de Kef-el-Amar. Ils sont assez abondants autour de celui de Zouireg. Il y a d'ailleurs de l'eau en ce point.

4° *Géryville.* — Silex communs dans la région. Sources nombreuses. Voici les principales stations que j'ai observées :

1° *Pont des Gorges.* — Près du pont on a extrait de la terre, pour établir les remblais de la route. La coupe a plusieurs mètres de hauteur. A 3 mètres de la ligne supérieure, j'en ai retiré quatre silex de petites dimensions. L'un est une pointe longue et étroite, en lame de couteau, retouchée sur le dos. Les trois autres sont taillés mais non retouchés. La masse de la tranchée étant formée d'éboulis quaternaires les silex sont anciens.

Dans les alluvions anciennes de la vallée des Gorges, on trouve aussi quelques silex. J'en ai extrait une belle lame taillée.

2° *Hippodrome de Geryville.* — Sur la route du dj. Bou Derga, après la pépinière.

T. nombreux.

A signaler : un assez gros coup de poing taillé à grands éclats sur les deux faces, pointe triangulaire retouchée en scie sur une arête, une petite pointe de flèche forme de triangle isocèle bien ébauchée mais non finie. Avec cela plusieurs nes.

. P. Pallary. *Catalogue.*

3° *Aïn Mekteur.* — A 12 km. de Géryville. — Source abondante. De nombreux éclats autour de la source et sur les mamelons bordant les prairies. Silex de mauvaise facture.

4° *Djebel Ksel.* — Aïn-el-Amba. S. T. assez nombreux, quelques-uns retouchés.

5° *Stitten.* — S. T. rares autour du ksar.

De Géryville à El-Abiod-sidi-Cheikh. — S. T. excessivement abondants par places tout le long du parcours. Je relèverai les points les plus importants :

1° *Aïn Mrirès.* — S. T. nombreux, de petite taille, retouchés. A signaler une rondelle en grès de 52 mill. de diamètre et de 2 centim. d'épaisseur. Les deux grandes faces ont dû être polies. Le contour est piqueté.

Non loin du ruisseau sur la route, j'ai recueilli une hache de facture chelléenne du type d'Ouzidan. Elle est en grès à dendrites des environs de Géryville. Sa forme en amande est très régulière. La pointe est abattue. Ses dimensions sont 0m12 sur 0m08. Sa plus grande épaisseur atteint au plus 0m03.

J'ai vainement recherché la station d'où provient cette hache. Elle doit pourtant se trouver dans les environs de Geryvillé.

2° *Aïn-Zian.* — A 33 km. de Geryville. — S. T. au-dessus de la source.

3° *Sidi-el-Kadj-ben-Amer.* — A 5 km. au sud d'Aïn-Zian et à 3 km. de la route. — Silex communs aux environs. Très abondants sur le plateau qui dominant le village s'étend au sud-est. Le sol en est presque couvert sur un parcours d'au moins deux kilomètres.

4° *Puits d'Aïn-Korima.* — A 59, 5 km. de Geryville, — S. T. sur les hauteurs autour du puits. Un tumulus de 5 à 6 mètres de diamètre et de 2 à 3 mètres de hauteur se trouve non loin du puits sur la route d'El Abiod.

Après Korima, le chemin traverse une région très riche en silex bien travaillés. Les pointes de flèches grossières à pédoncule y sont communes. Etant à cheval et pressé par le temps, je n'ai pu recueillir qu'une pointe. Elle est de forme pyramidale à section triangulaire.

Sa longueur totale est de 0m05 ; le pédoncule mesure 0,015.

J'ai aussi une ébauche de pointe de flèche, sans pédoncule, large et mince.

5° *Arba Tahtani.* — Magnifique oasis à 80 km. de Geryville. — S. et grès taillés nombreux. J'y ai relevé deux stations bien distinctes. L'une coupée par la route d'El Abiod est à côté du ksar. Les instruments en silex y sont rares ; ils sont remplacés par des grès à dendrites taillés à grands éclats sur une seule face. Les éléments assez gros, sont usés par le sable. Nous en retrouverons de semblables à El Abiod.

L'autre station se trouve sur les côteaux qui bordent la rive droite de la rivière. Là, les grès manquent. En revanche, les lames et les silex de petite facture, y sont nombreux.

6° *D'Arba Tahtani à El Abiod.* — Au km. 88, on passe la rivière qui coupe la route. Entre ce point et le pied du Teniet Ziar, on traverse une plaine de 2 à 3 km. toute parsemée de tumulus. Il y en a plusieurs au km. 87. Ils sont formés de moëllons amoncelés ; ils mesurent de 5 à 7 mètres de diamètre et de 2 à 3 mètres de hauteur. Leur base est formée de cercles concentriques de dalles.

Les silex sont semés sur toute la route. Au km. 92, au col du Teniet Ziar, se trouve un monument votif moderne bien intéressant. (En arabe M'kam). Deux lignes de moellons entassés, forment un long couloir-ouvert à l'une de ses extrémités. L'autre est fermée par un amoncellement de pierres de 2 mètres de hauteur qui entourent un espace libre, circulaire, de 2 mètres de diamètre.

Le grand marabout Sidi-Cheik se serait, paraît-il, arrêté en cet endroit.

8° *El Abiod-Sidi-Cheikh.* — Oasis dévastée, à 101 km. de Géryville. — S. T. assez communs au nord-ouest et à 500 mètres du bordj. Tous ont été rayés et polis par le sable. A signaler un magnifique coup de poing en grès à dendrites taillé sur les deux faces. Il a de 7 à 8 cent. de diamètre. Les pointes de ses faces pyramidales sont distantes de 0m035.

La station la plus importante se trouve dans les dunes. Sur les espaces nus de l'hamada qui les sépare on trouve de nombreux silex et grès taillés. Les grès, de facture moustérienne, sont semblables à ceux de Tyout signalés par M. Pallary. Ils sont striés par le sable et présentent des lignes en saillie semblables à de petites chenilles. Ils sont taillés à grands éclats sur une seule face et rarement retouchés.

Je dois signaler un morceau de grès qui, quoique ressemblant à un nucleus, a tout l'aspect d'un instrument. C'est un tronc de cône de 0m025 de diamètre à la base et de 0m025 de hauteur. On l'a taillé sur son pourtour, en en détachant des fragments lamelliformes de 1 à 2 centim. La grande basse sans être tout à fait plane est absolument polie. Cette pièce me paraît être plutôt un lissoir qu'un nucleus.

M. le Dr Henry GIRARD

Professeur à l'École de Médecine navale de Toulon

NOTES SUR LES NUNGS DU HAUT-TONKIN

[572.71 (599)]

— Séance du 8 août —

I

Parmi les nombreuses tribus indigènes de souche jaune qui s'échelonnent ou plutôt s'enchevêtrent, de si étrange façon, dans la haute région tonkinoise et que le Chinois a la délicieuse habitude de confondre sous l'appellation uniforme et quelque peu méprisante de Barbares ou Sauvages, il en est cependant une qui paraît être acceptée actuellement avec un moindre dédain et trouver meilleur accueil auprès de l'orgueilleux Céleste — Cette variété est constituée par les « Nungs ».

Bien des particularités, il est vrai, tels que caractères extérieurs, détails du costume, pratiques, mœurs, coutumes, zône de diffusion, langue même sembleraient faire ressortir une certaine affinité entre le Nung et le Chinois, et marquer — au nom près — pour un observateur superficiel, un degré de parenté assez rapproché entre les deux. A tel

point, que la plupart des auteurs qui ont traduit leurs impressions sur les peuplades qui habitent le Haut-Tonkin, se sont aisément contentés de l'interprétation la plus facile et n'ont voulu voir dans ces gens que la simple résultante d'un croisement chinois avec les Thos et les autres aborigènes de cette contrée. Or, c'est là une erreur contre laquelle protestent et l'examen raisonné des faits et l'analyse des quelques renseignements ethnographiques qui se rattachent à la question.

Dans toute l'Indo-Chine en effet, les métissages d'origine chinoise sont suffisamment indiqués, malgré une ancienneté souvent lointaine, pour qu'il ne soit pas nécessaire d'insister plus longuement sur ce sujet. D'ailleurs l'empreinte chinoise sinon dans ses résultats effectifs, du moins par la reconnaissance nominale se présente avec une caractéristique assez positive et le terme MIN-HUONG que l'on prononce si souvent en Cochinchine et en Annam, quand il s'agit de produits chinois, constitue en l'occurrence un argument tout aussi explicite que de longs commentaires.

Nous ne nous arrêterons donc pas à la notion de métissage, ainsi posée, en tant que point de départ exclusif quant au groupe qui nous intéresse. En cela nous ne voulons point dire que nous la récusons d'une manière absolue: au contraire nous la regardons comme partiellement fatale entre éléments si voisins, quelque soit la répulsion réciproque qui les anime; de même l'indice céphalique nous réservera des surprises et nous apprendra qu'ici, comme ailleurs du reste, la pureté a du subir de sérieux dommages.

Mais ce qui nous semble inadmissible, c'est la conception d'une pseudo-race formée et isolée sur place, dans les conditions précitées et avec une définition aussi nette, quand en dehors du bon sens, la tradition et les grands traits anthropologiques s'insurgent contre une telle façon de voir et dénoncent si catégoriquement le principe de l'*identité propre* de la variété jaune dont il s'agit.

Aussi est-ce dans ce sens que nous passerons en revue les diverses notes que nous avons réunies sur les Nungs, quelles que soient les conclusions auxquelles pourraient aboutir l'examen des principaux caractères que nous aurons étudiés.

Puis, comme les documents que nous possédons actuellement sur eux sont assez limités et qu'il est par suite fort difficile, à l'heure présente, pour ce type, comme pour nombre d'autres, de traiter en parfaite connaissance de cause de son origine, de son histoire, de ses migrations et même de ses caractères ethnographiques les plus élémentaires, nous nous garderons bien de toute incursion en dehors de l'analyse des principaux renseignements fournis par les diverses

mesures recueillis. En agissant ainsi nous échapperons à toute discussion oiseuse et nous n'aurons pas à formuler des hypothèses par trop hâtives.

Enfin, étant donné que les chiffres que nous apportons, n'ont en somme d'autre prétention que d'être de vulgaires pierres d'attente, nous pensons qu'il est préférable, pour éviter toute confusion, et faute de meilleure indication, de classer pour l'instant les résultats fournis par le compas, sous les divers vocables admis par les indigènes eux-mêmes.

C'est, nous l'osons croire, la meilleure façon de cataloguer petit à petit les contributions du présent et de préparer à ceux qui plus tard tenteront de débrouiller cet écheveau jaune et de construire la série des édicules mongoloïdes, une mine de matériaux plus facile, à déblayer, à exploiter et à comprendre.

Désignations. — Si nous parcourons les différents travaux qui signalent cette peuplade, nous relevons parmi les appellations les plus communes qui lui sont appliquées, les suivantes: *Nungs, Nongs, Noungs, Noums, Iungs, Nu-an, Nongs-Ien,* etc. Nous donnons ces variantes pour définir nettement les eléments du groupe dont nous voulons parler.

Origine. — Si nous nous contentons des données historiques qui ne dépassent pas l'époque de leur apparition, dans la zone où nous trouvons aujourd'hui ces Nungs, nous constatons, d'après les quelques travaux que nous avons consultés en cette occasion, que dès le 8e siècle de notre ère, c'est-à-dire sous la dynastie des *Thang* (618-905), les Nungs étaient déjà fort nombreux dans le sud de la Chine où de concert avec les *Houangs* ils occupaient la province de *Si-Youen* actuellement représentée par la préfecture de *Nanning-fou* dans le *Kouang-Si.*

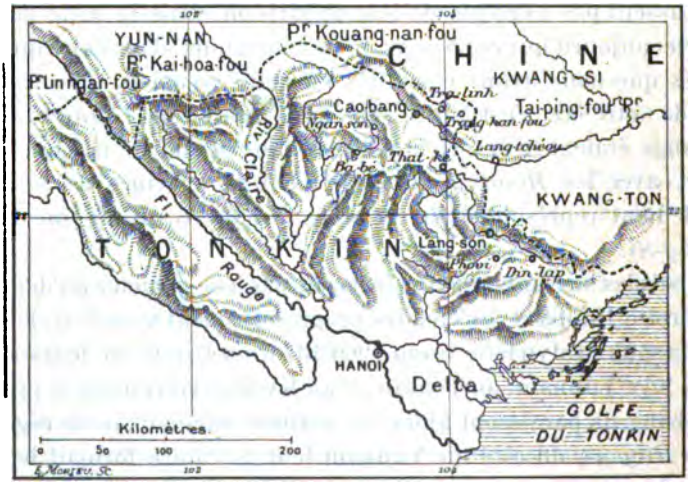
Aux siècles suivants, ils ne tardèrent pas à se projeter au dehors de cette étroite limite et à s'étendre progressivement vers l'est, le sud et l'ouest; sous la dynastie *Song* (960-1370) on trouve de leurs ramifications aux Yunnam, au Tonkin et au Kwang-Ton; dans la province de Caobang ils paraissent alors les maîtres exclusifs de la région de *Quang Huyen*; du côté du Yunnam leur territoire formait le *Temo Tao* qui sous la dynastie *Ming* devint la préfecture chinoise de *Youang-nan-fou.* Une longue période de leur histoire est marquée par une série de luttes et de rebellions vis-à-vis de leurs puissants voisins Chinois et Annamites.

A la fin du XIIIe siècle, leur autonomie politique a cessé; ils ont

admis la suzeraineté de la Chine et leurs chefs ont accepté des charges dans le mandarinat indigène ; rien ne les distingue plus, sinon leurs actes de brigandages, vis-à-vis des petites tribus qu'ils cotoyent et la réputation de cruauté toute particulière qu'ils acquièrent. Aussi en Chine, le mot *Nung* est-il rarement prononcé ; la race se dissimule assez mal du reste, sous l'étiquette de *Tchao* ou de *Pyao*, ce dernier terme pouvant prêter au point de vue de l'origine à une sérieuse discussion. Au Tonkin par contre, ils sont démasqués par leurs anciennes victimes, les Thos entre autres, qui, encouragés par notre présence protestent contre toute fusion nominale.

Répartition géographique. — A notre époque, les Nungs forment encore en quelques points des agglomérations assez distinctes et couvrent dans certaines régions de la Chine et du Tonkin des surfaces territoriales assez considérables; mais même dans les cantons où ils sont noyés au milieu de l'élément Tho, ils sont suffisamment reconnaissables.

Au Yunnam on les rencontre sur les limites des provinces du *Lin-Ngan* et de *Kaï-Hoa-Fou ;* dans le Kwang-Si, ils semblent se concentrer sur les confins méridionaux des préfectures de *Kouang Nam Fou* et de *Taïping-fou* ; ils sont, comme on le voit, en bordure de la frontière Sino-Annamite, ce qui est en correlation directe avec les quelques notes historiques que nous venons de citer plus haut.



Sur la partie septentrionale du Tonkin, ils ont persisté, de façon assez compacte, dans un quadrilatère qui se dessine géographiquement au N.-E. de *Caobang* et comprend surtout les circonscriptions de *Tra-linkh* et de *Quang-Huyen*, de là ils projettent une pointe vers le

sud, puisque leur présence est signalée vers *Ngan-Son* et les *Ba-Bé*.

Puis ils s'allongent sur une bande étroite qui court par *That-Ké* de *Caobang* à *Langson* et vient finir vers *Din-lap* et *Nazuong* en envoyant une petite trainée vers la vallée de *Pho-Vi*. Ici on trouve encore la justification des données de l'histoire; la géographie annamite *Hoang-Viet-dia-Ngu-tu* dit en effet que l'ancien royaume de *Hac-Long*, dont faisait jadis partie *Langson*, était en majeure partie habité par des Nungs.

II

Analyse des principales mensurations. — L'ensemble de nos recherches a porté sur 98 indigènes ; ceux-ci ont été observés en des points différents du Haut-Tonkin, selon les hasards des colonnes auxquelles nous avons pris part de 1892 à 94. Ils nous ont été fournis surtout par les coolis recrutés pour les besoins du service; c'est dire que nous avons eu devant nous des indigènes particulièrement choisis au point de vue des qualités physiques et de la performance. A ce compte, ils ne représenteraient pas très bien la valeur exacte du groupe qui nous intéresse, si voulant pousser les choses à un rigorisme extrême, on admettait que les recherches anthropologiques n'ont une valeur absolument indiscutable qu'autant qu'elles portent sur des groupes réunis par le seul fait du hasard; nous reconnaissons volontiers que par ce mode de procéder, l'excès et la défficience des caractères, mis en balance sans conditions spéciales, permettraient peut-être au type véritable de s'accuser plus normalement.

Mais si l'on excepte la taille et quelques rapports accessoires, nous ne voyons pas bien les grandes variations qui pourraient surgir de notre sélection involontaire.

Si d'autre part, le nombre de nos mensurations paraît en certaines parties, insuffisant pour combler les erreurs d'une technique que nous avons essayé de pratiquer avec toute la conscience possible, du moins voudra-t-on bien accepter nos résultats tels qu'ils se présenteront, puisque, nous le répétons à défaut d'autre mérite ils n'ont, dans notre pensée, que la médiocre importance d'être les premiers sur ce sujet.

Taille. — La taille moyenne déterminée par notre série est de 1m 588, c'est-à-dire qu'elle place les Nungs parmi les populations à stature petite. Comparée à celle relevée chez leurs voisins les plus immédiats, on constate, par exemple, qu'elle est inférieure d'une quantité assez notable, à celle des Chinois mesurés sur la frontière du Quang-Si 1.615 (Girard) et à plus forte raison à celle de 1.619 pris

sur les Chinois sans distinction d'origine (chiffre moyen d'après Brigham, Ten-Kate Breton, Deniker et Laloy, les observateurs de la Novara, etc.) : d'un autre côté, nous voyons qu'elle est quelque peu supérieure à la taille des Annamites (1573 Mondière, Mugnier, Breton, Ten-Kate, Deniker etc.) et qu'enfin elle est absolument identique à celle du Tonkinois (1.590 Breton, Deniker et Laloy).

Pour ne pas compliquer ces notes par un détail exagéré, nous rangerons sur trois termes principaux (Caobang, Langson, That-Ké), l'ensemble de nos mensurations.

Voici ce que nous obtenons comme résultat dans chacun de ces 3 grands secteurs.

23	— That-Ké	T M	= 1.573
29	— Caobang	T M	= 1.601
46	— Langson	T M	= 1.588
98	Moy. générale		= 1 5873

D'après ces chiffres nous trouvons un léger gain au profit de Caobang. Or c'est sur ce point que la race parait s'être maintenue la plus pure. En conclurons nous donc qu'ailleurs l'infiltration d'un nouveau type a provoqué une descente de la courbe ? En présence d'une si faible différence, il y aurait de la puérilité à confirmer une telle assertion ; aussi, bien que signalant cette singularité, nous ne nous y arrêterons point.

Quand aux variations individuelles elles s'étendent de 1,413, à 1,715 et viennent se synthétiser dans un écart moyen de 0,302, qui opposés à d'autres, observés dans le milieu jaune, rentre tout à fait dans la normale.

Indice céphalique — L'indice céphalique moyen aboutit à 79,56 : ce qui exprime une *mésaticéphalie* tellement minima que nous sommes plutôt en *brachycéphalie* véritable. Il ne s'éloigne point très sensiblement de celui que nous avons noté sur des chinois du Kwang si (79.52) et certaines tribus appelées Mans (78.26), avec lesquelles les Nungs sont, vers le N.-O, en contact assez intime, à cette condition près que les Mans, dans le même territoire, sont juchés sur les hauteurs tandis que les Nungs peuplent la plaine et les vallées. Mais ce rapport est séparé par une distance assez prononcée de celui des Tonkinois (82,7 Deniker et Laloy ; 84,2. Breton). Les oscillations extrêmes vont de 70,15 à 90,68.

Au sens absolu du mot, c'est-à-dire si l'on se fonde sur la classifi-

cation indiciale de Topinard on ne trouve donc aucun dolichocéphale franc.

Dans le pourcentage, la sous dolichocéphalie est représentée par 7 °/₀ des sujets la mésaticéphalie par 38 °/₀, la sous brachycéphalie par 43 °/₀, les brachycéphalie par 9 °/₀ et enfin l'ultra brachycéphalie par 1 °/₀.

L'addition des mésaticéphales et des brachycéphales ne fournit donc que les 45 °/₀, tandis que les brachycéphales dans leur ensemble comprennent les 55 °/₀. Ainsi dans ce mélange c'est le facteur brachycéphal qui parait prédominer ; néanmoins il importe de faire remarquer que pourtant il n'acquiert point ici toute l'importance qu'on lui découvre dans certaines séries indo-chinoises ; car si l'on descend vers le sud E. on s'aperçoit que la tête ronde s'accuse de plus en plus :

Tonkinois. . .	Brach	= 81 °/₀
	Ultra-Brach.	= 17 °/₀
Cochinchinois	Brach	= 74 °/₀

Il est bien entendu que ces divers résultats ne doivent être acceptés que comme très relatifs, le nombre d'observations, encore peu compact, s'opposant pour le moment, à toute déduction particulière ou générale.

Si nous nous reportons à chacune de nos grandes divisions voici les moyens auxquelles nous aboutissons.

Caobang	— I C moy.	= 79.24
That Ké	— I C —	= 79.58
Langson	— I C —	= 79.88
		79.56

L'indice céphalique moyen a donc dans le N.-O. quelque tendance à diminuer mais cette tendance est si faible, si hésitante, que loin de supposer que nous sommes en présence d'une fraction moins mélangée, nous agirons ici comme précédemment pour la taille, c'est-à-dire que, par une prudente réserve, nous nous en tiendrons à l'énoncé de nos résultats.

Indice nasal. — La mésorhinie est, d'après les anthropologistes classiques un des principaux caractères des races jaunes. Or avec les Nungs, nous sommes en concordance avec cette donnée commune si l'on s'en réfère à l'indice nasal moyen 83,94 qui se dégage de la totalité de nos mensurations. Avec ces chiffres nos indigènes ne sont donc

pas très éloignés des Chinois du Kwang si (82,98), et leur situation est supérieure à celle des Tonkinois (86,20 Deniker et Laloy). Les Annamites auraient comparativement à ces derniers un indice plus faible : ceci parait d'autant plus étonnant qu'au fur et à mesure qu'on s'avance vers l'extrémité de la péninsule indo-chinoise, le nez subit un renforcement continue de l'impression malayoïde et devrait tendre à une *platyrhinie* encore plus accentuée.

Il convient toutefois d'ajouter, en présence de ces contributions paradoxales, que les séries sur lesquelles elles sont basées, sont si infimes quantitativement, que, pour le présent, il faut considérer ces détails comme très approximatifs et comme n'ayant par suite rien de définitif.

N'y aurait-il même pas dans le cas quelque chose de particulier au mode technique employé par chaque observateur ? Si l'on songe à la difficulté qu'on éprouve à limiter exactement la dimension verticale du nez dans beaucoup de races, notamment chez les jaunes, un tel argument paraît jusqu'à un certain point admissible.

D'ailleurs, comme on peut s'en rendre compte, nos séries ne s'écartent pas d'une façon très sensible de celles qui ont été fournies récemment et tranchent de singulière façon avec ces dernières sur les chiffres contenus dans les tableaux donnés dans l'Anthropologie de Topinard ; ce qui prouve que ces mensurations, faites avec des indications correctes, commençent déjà à conduire à des résultats dont la concordance semble affirmer l'utilité d'une technique nettement tracée.

L'écart 43,38 qui sépare les indices nasaux extrêmes est assez étendu chez les Nungs (68,62 à 100).

Les *Leptorhiniens* véritables sont rares, mais les *platyrhiniens* et les *hyperplatyrhiniens* constituent un groupe assez respectable.

Le nez est plat, sans exagération toutefois et même, au profil, l'applatissement ne semble pas modifier trop défavorablement cet organe. La forme droite, d'après nos relevés, semble la plus fréquente, mais on trouve quelques formes concaves, convexes et même busquées, ces dernières, il est vrai, très rares.

Le surbaissement des ailes du nez est à peu près constant, celles-ci pouvant être fines ou grossières. Quant à la pointe, elle est le plus souvent relevée et épatée, sauf pour les nez convexes en leur partie inférieure où elle est fine et s'abaisse.

Caobang Ind.	Nasal moy.	= 86.24
That-Ké	id.	= 84.73
Langson	id.	= 81.20

Examen succinct du visage. — La hauteur de la tête rapportée à

la taille (= 100) aboutit à 13.94, rapport qui va de pair avec celui que nous possédons sur des Chinois (13,91) et des Indo-Chinois (14,00).

La largeur bizygomatique rapportée à la hauteur de la tête (= 100) donne 61,63, c'est-à-dire un indice qui dépasse à peine celui du Chinois (60,91) et qui est loin d'arriver au chiffre exagéré que présente la série mixte de Topinard (63 20). La face est donc plus large que celle de l'Européen, mais dans une mesure assez modeste.

Les autres proportions transversales n'offrent également que de très minimes variations; c'est ainsi que la largeur du maxillaire inférieur est réduite d'une quantité à peine appréciable : Diamètre bigoniaque rapporté à Tête (= 100) = 48,41.

Le front est étroit, mais demeure encore ici dans son expansion transversale moins étendu que la mâchoire : D frontal minimum = 47,57.

D'où, comme conséquence naturelle de ces trois rapports, la forme du visage peut être envisagée comme une ovoïde médiocrement allongée, rétrécie du haut, renflée en bas dans des proportions cependant plus restreintes que dans d'autres types. Nous ajouterons qu'il possède une certaine régularité par suite de la fuite des pommettes et de leur abaissement.

Passons maintenant aux dimensions verticales et voyons à quel résultats elles nous conduisent ramenées à la tête (= 100).

Vertex à limite des cheveux	= 14.22
Limite des cheveux à ophryon	= 26.26 (Hauteur du front).
Limite des cheveux à racine du nez	= 34.80
Racine à base du nez	= 19.50
Base du nez à menton	= 30.76
Quant à l'indice facial total, il monte à	82.10

En somme dans cette classe nous ne remarquons rien d'anormal; les relations ainsi établies sont identiques à celles des séries de Topinard et de la Novara.

Membres. — La grande envergure moyenne mesure 1,649, supérieure à la taille de 0,061. Son rapport moyen à celle-ci ramenée à 100 atteint 103,2; ce qui nous rapproche des indices observés chez les Mans (102,9) et le Chinois (102,8). Etant donné qu'entre ces divers voisins, les écarts sont sinon égaux du moins ne dépassent pas l'unité, nous pensons que ces chiffres ne sont passibles d'aucune objection.

La longueur du membres supérieur en centièmes de la taille s'élève à 43,61, ce qui nous donne un bras relativement court. L'avant-bras

avec 14,5 rentre dans la même définition ; quant à la main, elle est petite, 10,8.

Ce membre inférieur calculé sur la différence entre les tailles debout et la taille assise, aboutit au rapport 47.50 ; ce qui cadre parfaitement avec les variations de la stature.

Rassemblons maintenant en un tableau toutes les données qui se rattachent aux membres et qui portent non seulement sur les Nungs, mais aussi sur quelques groupes chinois et indo-chinois. Nous verrons ce qui ressort de cette comparaison.

MESURES RAPPORTÉES A TAILLE (= 100)

	BRAS total	AVANT-BRAS	MAIN	Membres inférieurs	PIED
Chinois (Novara).	47.1	18.5	12.3		15.1
Annamites (Deniker-Breton) ...	43.9	16.1	16.		14.8
Tonkinois (Ten-Kate, Deniker et Laloy)	44.5	10.5	10.7	49.7	
Nungs	43.91	14.5	10.80	47.5	14.40

Beaucoup de ces mesures, comme on peut le constater, ont à peu près la même équivalence, mais le chiffre restreint des observations ne permet pas cependant d'en tirer un parti utile.

Conclusions. — En terminant cet exposé, résumons dans quelques lignes les principaux caractères qui nous intéressent. Le *type Nung* appartiendrait aux races jaunes à *taille petite*. Son *crâne médiocrement élevé* présente un indice qui confine plus à la *brachycéphalie* qu'à la mésaticéphalie. Le front est haut, rétréci, fuyant, la galbelle n'est presque pas accusée, les bosses frontales sont assez prononcées ; quant à l'occiput, il s'abat à pic.

Le nez est celui des *mésorhiniens* et n'a pas cette tendance à l'applatissement que nous trouvons dans certaines variétés.

L'ensemble du *visage* offre une *régularité* et une *finesse* qui tranchent sur l'écrasement et l'épaisissement des traits que présente le Tonkinois par exemple. La hauteur moindre des malaires, leur fuite en arrière, l'écartement bigoniaque seraient-ils la raison de cette impression ?

Le tronc, les membres et leurs divers segments ne paraissent pas offrir de particularités saillantes et certaines proportions, telles celles

des membres inférieurs, sont en parfaite concordance avec les faits observés jusqu'ici.

L'appareil dentaire a une intégrité caractéristique. Comme chez le Chinois, à la machoire supérieure, il concourt à un degré de prognathisme plus ou mois marqué.

Le cheveu abonde, long, noir, épais. Les cils et les sourcils sont bien développés ; par contre, dans le reste du tégument, le système pileux est assez restreint.

Quant à la coloration de la pupille et de la peau, elle nous paraît identique à celle du Chinois du Sud.

M. Arsène DUMONT
Démographe, à Caen

LES SOURCES DÉMOGRAPHIQUES [311]

— Séance du 8 août —

La véritable unité démographique, c'est la commune.

Les grandes unités comme les Etats et les capitales méritent d'être étudiées pour elles-mêmes. La description que l'on en fait tire son intérêt de l'importance de l'objet décrit.

Les petites unités offrent un moindre intérêt descriptif, mais par contre, elle ont un intérêt scientifique plus grand : car elle se prêtent par leur petitesse et leur grand nombre à des comparaisons multiples et à la recherche des causes. Leur étude prépare les progrès de la démographie rationelle. Nous possédons actuellement l'histoire exacte de 36.000 communes pendant cent ans. C'est un trésor de faits sociaux, numériquement déterminés, comme aucun peuple n'en posséda jamais depuis que l'homme existe. Malheureusement pour la science sociale comme pour la patrie, ce trésor est encore généralement méconnu et à peu près inexploité. La principale raison en est que souvent on ne sait où prendre les documents nécessaires aux études démographiques et nombre de bons esprits sont arrêtés par cette difficulté préliminaire. Les quelques renseignements ci-dessous

ont pour but d'écarter cet obstacle. Ils n'apprendront certes rien aux démographes ; mais ils leur vaudront peut-être quelques confrères.

Toutes les pièces nécessaires pour faire la démographie commune sont conservées aux *Archives départementales* qui sont publiques comme les bibliothèques et presque toujours situées dans les hôtels des préfectures.

Elles devraient être aussi en double aux archives des communes. Mais il est très rare que les collections, sauf celles des Tables décennales, y soient complètes, et d'un autre côté, ces archives ne sont pas publiques. Il y a tout avantage à travailler au chef-lieu du département où se trouvent rassemblés les documents relatifs aux diverses communes que l'on se propose d'étudier.

Ces documents ne sont pas nombreux. Ce sont d'abord les *Listes nominatives des recensements*, cahiers in-folio dont la grosseur varie selon la population de la commune ; 2° les *Etats récapitulatifs des recensements*, également in-folio, comprenant quatre pages et, depuis les deux derniers recensements, huit pages de tableaux numériques, habituellement encartées dans les *Listes* ; 3° les *Tableaux annuels du mouvement de la population*, formant pour chaque année un mince cahier in-quarto ; 3° les *Tables décennales*, formant actuellemet neuf cahiers ou volumes petit in-quarto sur papier timbré. Les trois premiers documents sont dressés par les greffiers des mairies, le dernier par le greffier du tribunal de première instance, sur les doubles des registres de l'état-civil qui y sont déposés chaque année. En dehors de ces quatre sources, il n'y en a point d'autre.

Si l'on veut simplement calculer la natalité, la nuptialité et la mortalité, on peut prendre pour base 1° les *Tables décennales*, contenant pour chaque commune le relevé des naissances, mariages et décès par décade depuis 1802 jusqu'à 1892, et 2° les *deux Recensements* correspondant à chacune des décades choisies.

On pourrait prendre le chiffre de la population dans les annuaires ; ce serait plus rapide. Mais les annuaires contiennent assez souvent des erreurs ; on ne sait souvent si l'auteur indique la population totale ou municipale, s'il compte ou ne compte pas la population en bloc. De sorte qu'il faut recourir aux recensements eux-mêmes : on sait par là ce que contient le chiffre que l'on emploie. L'existence dans une localité de vastes hôpitaux civils ou militaires suffit par exemple à expliquer tout d'abord l'existence d'une mortalité élevée.

Dès que l'on veut faire plus que calculer la natalité, la nuptialité et la mortalité générales, les *Tables décennales* ne suffisent plus ; il faut avoir recours aux *Mouvements annuels de la population*. C'est là

seulement que l'on trouvera les modalités particulières de ces trois phénomènes principaux.

Supposons que l'on veuille étudier plus spécialement la natalité. Elle est toujours le produit de trois facteurs : nuptialité × fécondité des mariages + natalité naturelle. De là plusieurs hypothèses possibles :

1re Hypothèse. — La modalité de la natalité qui nous intéresse tient à la nuptialité ; par exemple l'abaissement de la natalité tient à l'abaissement de la nuptialité. Nous avons alors à nous demander si la faiblesse de la nuptialité tient au peu de goût de la population pour le mariage ou à l'absence de mariables. Pour en juger il faut avoir le nombre des mariables, c'est-à-dire des habitants des deux sexes qui sont en âge de se marier et qui sont célibataires veufs ou veuves. On tiendra surtout compte des célibataires de sexe féminin ayant dépassé 30 ans et de ceux du sexe masculin ayant dépassé 35 ou 40 ans. Il peut se faire qu'un seul sexe compte beaucoup de célibataires et que l'autre soit peu représenté. Alors la cause en est soit à une mortalité exceptionnelle soit à l'émigration du sexe peu représenté (ordinairement le sexe masculin). Le nombre des célibataires de chaque âge se trouve sur l'Etat récapitulatif des recensements, dans le tableau de la population par âge et par état civil.

Dans le cas où il y aurait un grand nombre de célibataires des deux sexes ayant dépassé l'âge ordinaire du mariage, il faudrait constater le peu de goût de la population pour le mariage. A ce point, l'enquête démographique cesse et doit-être continuée par l'enquête ethnographique.

2e Hypothèse. — Supposons que la faiblesse de la natalité tienne à la faible fécondité des mariages. D'abord nous devons évaluer cette fécondité, en établissant combien il y a de naissance légitimes en dix ans pour cent mariages et combien il y a de naissances légitimes chaque année pour mille femmes mariées âgées de 15 à 49 ans. Le nombre des mariages se prend sur les *Tables décennales* et le nombre des naissances légitimes sur les tableaux annuels du *Mouvement de la population*. On additionne les chiffres des dix années comprises dans la décade que l'on étudie.

Le nombre des femmes mariées de 15-49 ans se trouve sur l'*État récapitulatif* de la population au tableau de la population par âge et par état civil. Comme il y a deux recensements par décade, il faut prendre la moyenne des deux chiffres. C'est ce chiffre moyen qui servira de diviseur.

Si le nombre moyen des enfants par mariage est faible, il faut se

demander si cette faiblesse est uniforme à peu près dans toutes les familles, ou si elle n'est point le fait d'une partie seulement des familles. Le nombre des enfants vivants par famille, se trouve sur l'*État récapitulatif des recensements* depuis 1886. Antérieurement ce renseignement n'existe pas. A ce point, l'enquête démographique est terminée, elle doit être continuée par l'enquête ethnographique sur la situation sociale des familles fécondes et des familles infécondes.

3e Hypothèse. — Supposons que les modifications de la natalité tiennent au troisième de ses facteurs, le nombre des naissances naturelles, ce nombre se trouve sur les *Mouvements annuels* de la population. Il faut additionner les chiffres des dix années de la décade. On rapporte ce chiffre soit à celui des naissances légitimes qui se trouve en même place, soit au nombre des filles et des veuves de 15-49 ans, capables de le produire. Ce nombre se trouve sur le *Tableau récapitulatif* des recensements à la *population par âge et par état civil*. On prend la moyenne des deux recensements opérés pendant la décade.

Le grand nombre des filles célibataires et des veuves ne sert que bien peu à rendre raison de la natalité naturelle. Ce chiffre dépend ordinairement de la crainte plus ou moins grande de la fécondité légitime et cette crainte tient elle même à des causes morales. En ce point nous sortons de la démographie pour entrer dans l'ethnographie.

Du reste, que la natalité soit faible ou élevée, que son état tienne principalement à l'un ou à l'autre de ces trois facteurs, il faudra toujours les étudier tous les trois afin de se diriger avec plus de sûreté dans l'enquête ethnographique subséquente. Les documents démographiques ci-dessus contiennent d'ailleurs une foule d'autres renseignements numériques de la plus haute importance sur l'état économique, intellectuel et moral de la population. Il ne faut pas les négliger.

Divorces. — Si l'on veut étudier le divorce on a besoin du nombre des mariés et de celui des divorcés. On trouvera le premier de ces chiffres sur le *Tableau récapitulatif des recensements* et le second avec la durée du mariage sur les *Mouvements annuels de la population.*

Mortalité. — Si l'on ne cherche que la mortalité globale pour la comparer, par exemple à la natalité et pour expliquer l'accroissement ou la diminution de la population, on peut prendre le chiffre des décés sur les *Tables décennales* et le chiffre de la population sur les *Recensements*. Mais si l'on veut étudier la mortalité en elle-même il faut

de toute nécessité recourir aux *Mouvements annuels de la population* C'est là que l'on trouvera le nombre des décès par sexe et par âges depuis la vie intra-utérine et la première enfance jusqu'à la plus extrême vieillesse.

J'ai voulu rendre ces indications aussi courtes que possible. Quand l'étudiant démographe aura appris à trouver facilement les chiffres essentiels ci-dessus et à les utiliser, il pourra déjà faire des travaux de la plus grande portée. Il achèvera aisément de se perfectionner en travaillant par lui-même et en lisant les travaux des démographes au nombre des quels on doit surtout lui recommander les articles de M. Bertillon père publiés dans le dictionnaire de Dechambre.

M. Émile RIVIÈRE

Sous-Directeur de laboratoire au Collège de France, à Paris

LE MENHIR DE MANDRES (SEINE-ET-OISE)

[571.94 (4472)]

— Séance du 10 août —

A deux reprises différentes, j'ai eu l'honneur d'appeler votre attention sur des monuments mégalithiques du département de Seine-et-Oise : d'abord au Congrès de Bordeaux, en 1895, sur les *Menhirs de Brunoy*, puis à celui de Carthage, l'année suivante sur le *Menhir de Boussy-Saint-Antoine*, menhirs situés tous sur les bords de l'Yères, dans le canton de Boissy-Saint-Léger, arrondissement de Corbeil.

Aujourd'hui, je désire vous signaler l'existence *autrefois* d'une autre mégalithe du même genre, selon toutes probabilités toujours dans la même région, mais sur le territoire d'une commune voisine des deux précédentes, la commune de Mandres, et à une certaine distance de la rivière d'Yères. Je dis *l'existence autrefois*, car il a aujourd'hui disparu et depuis longtemps déjà : nul dans la localité ne se rappelle l'avoir vu.

Mais si le menhir de Mandres a été détruit à une époque que j'ignore, divers documents, retrouvés par M. Ch. Mottheau (de Brunoy) et rele-

vés par lui à mon intention dans les Archives nationales, — ce dont je tiens à le remercier ici — en ont conservé le souvenir et le mentionnent sous différentes appellations telles que *le Grès*, *le Caillou*, ou bien encore *la Pierre*.

Les deux plus anciens de ces documents remontent à l'année 1397. les autres portent les dates de 1399 et 1416. En voici, d'ailleurs un extrait textuel.

A

1° Dénombrement de la seigneurie de Mandres par Jacques des Essars, chevalier seigneur en partie de Mandres; 23 février 1397.

Biens propres au seigneur

Premièrement. — Un hostel et manoir ainsi connue il se compose devant et derrière, avec un colombier séant à Mandres, tenant d'une part à Maistre Guy Brocher, d'autre part à Thomas Roquet, aboutissant par devant au grand chemin.

Item. — Un jardin contenant un arpent ou environ séant audict lieu de Mandres, avec deux ourmes[1], appelé le grés, tenant d'une part au grand chemin, d'autre part aux hoirs Jehan Changas.

Item.— Un arpent de pré séant au gord[2], au terroir de Brenoy[3], tenant à Maistre Guy Brocher, d'une part et, d'autre part, à Cordelier de Guesmes.

Item. — Une saulsaye, contenant un arpent ou environ, séant sur la rivière d'Ierre[4] au lieudict les Grés, tenant aux religieux de Sainte-Geneviève d'une part et d'autre part, audict Chevalier.

Item. — La rivière d'Ierre, depuis la fontaine Bruyant[5] jusques à la rivière des seigneurs de Gaillonnel, avec un gord en la dicte rivière, tenant auxdicts seigneurs de Gaillonnel d'une part et, d'autre part, au grand prieuré de France[6].

B

Dénombrement de la seigneurie de Mandres par Jehan du Plessié, escuier, seigneur de Couchy-la-Poterie et de Mandres en partie; 15 mars 1399.

Biens propres au seigneur

Premièrement. — Un hostel et manoir, si comme il se comporte devant et derrière, avec un colombier, séant à Mandres, tenant d'une part à Maistre Guy Brocher et, d'autre part, à Thomas Roquet, aboutissant au grand chemin.

1. *Ourmes* pour ormes.
2. Le mot *gord* signifie réserve pour le poisson.
3. Pour Brunoy.
4. L'Yères. qui, venant de Jarcy, passe à Boussy, puis au pied de Mandres, à Brunoy, Yères et Villeneuve-Saint-Georges, où elle se jette dans la Seine.
5. On l'appelle aujourd'hui *la fontaine Bruant* ou *Bréant*. D'aucuns disent encore *la fontaine des bruants* du nom de l'oiseau, connu aussi sous le nom de *verdier*.
6. *Archives nationales* p. 55 — cote 85.

Item. — Un jardin contenant un arpent ou environ séant audict lieu de Mandres avec deux ourmes, appelé le grès, tenant d'une part au grand chemin et, d'autre part, aux hoirs Jehan Changas.

Item. — Un arpent de pré séant au gord, au terroir de Brenoy, tenant à Maistre Guy Brocher, d'une part et à Cordellier de Guesme [1], d'autre part.

Item. — Une saulsaye, contenant un arpent ou environ, séant sur la rivière d'Ierre au lieudict les Grès, tenant d'une part aux religieux de Sainte-Geneviève et audict escuier d'autre part.

Item. — La rivière d'Ierre depuis la fontaine Bruyant jusqu'à la rivière des seigneurs de Gaillonnel [2] avec un gord en ladicte rivière tenant auxdicts seigneurs de Gaillonnel d'une part et au grand Prieur de France d'autre part [3].

C

Dénombrement de la seigneurie de Mandres par Jehan du Plessier [4], chevalier, chambellan du Roy, seigneur de Couchy-la-Poterie et de Mandres en partie ; 4 juin 1416.

Biens propres au seigneur

Item.— Un arpent de pré [5], séant au grès, au terroir de Brenoy, tenant à Maistre Guy Brocher d'une part et, d'autre part, à Cordellier de Gresme [6].

Item. — Une saulsaye contenant un arpent ou environ, séant à la rivière d'Yerre au lieudict les Grès, tenant, d'une part, aux religieux de Sainte-Geneviève et audict Chevalier d'autre part.

Item. La rivière d'Yerre depuis la fontaine Bruyant, jusques à la rivière des seigneurs de Gaillonnel, avec un gord en ladicte rivière, tenant auxdicts seigneurs de Gaillonnel [7], d'une part, et au grand Prieur de France d'autre part.

Item. — Un jardin [8] contenant un arpent environ, séant audict lieu de Mandres, avec deux ourmes, appelé le Grès, tenant d'une part et d'autre aux hoirs feu Jehan Changas [9].

1. Ici Cordellier est écrit avec deux *l*.
2. Cela signifie la partie de la rivière d'Yères leur appartenant.
3. *Archives Nationales* p. 56, cote 60.
4. Dans cette pièce le mot « *Plessier* » est écrit avec un *r*, tandis que dans le document qui précède cet *r* n'existe pas.
5. Ce pré était sur la seigneurie d'Arthus de Braye, dont Rogerin de Lannoy était le petit-fils (1480), mais la rivière, bordant ce pré, appartenait au seigneur de Mandres, comme on l'a vu plus haut.
6. Cordellier de Gresme et Cordellier ou Cordelier de Guesmes, sont un seul et même personnage.
7. La famille de Gaillonnel possédait une seigneurie à Brunoy. Jehanne de Gaillonnel épousa Arthus de Braye (Brie-Comte-Robert), qui lui-même avait aussi, de son propre, une seigneurie à Brunoy et qui en fit *le dénombrement* en 1411.
8. Ce jardin était celui de l'hôtel ou manoir seigneurial et devait y tenir, quoiqu'il n'en soit pas question dans la désignation ci-dessus ; mais les deux ormes indiqués, signe de seigneurie, le laissent comprendre. Quant à l'hôtel seigneurial, M. Ch. Mottheau pense, d'après ce qu'il a vu des titres de cette seigneurie, qu'il devait se trouver dans le haut de Mandres, au delà de la place, vers la Paillarderie, c'est-à-dire en allant vers Brie-Comte-Robert.
9. *Archives Nationales*. Page 59, cote 61.

Enfin, dans un dernier document intitulé : *Biens tenus en censive*, nous trouvons encore une fois *le Grès*, mentionné ainsi qu'il suit :

D

Biens tenus en censive

Pierre Pillas, pour sa maison de l'*Ourme du Grès*, 3 sols 8 deniers, payables à Mandres, chaque année, le jour de l'Octave Saint-Denis, sous peine de 60 sols parisis d'amende.

Le grès, maintes fois cité, ainsi que nous venons de le voir dans les divers *dénombrements*, reproduits ci-dessus, soit au singulier, soit quelquefois au pluriel, comme s'il s'agissait non plus d'un seul, mais bien de plusieurs mégalithes, est également signalé dans certain plan découvert par M. Ch. Mottheau, dans les Archives du département de Seine-et-Oise.

Ce plan, que l'Inventaire des dites Archives indique comme étant du XVIIIe siècle[1] et dont nous reproduisons ici (*fig. 1*) la partie qui

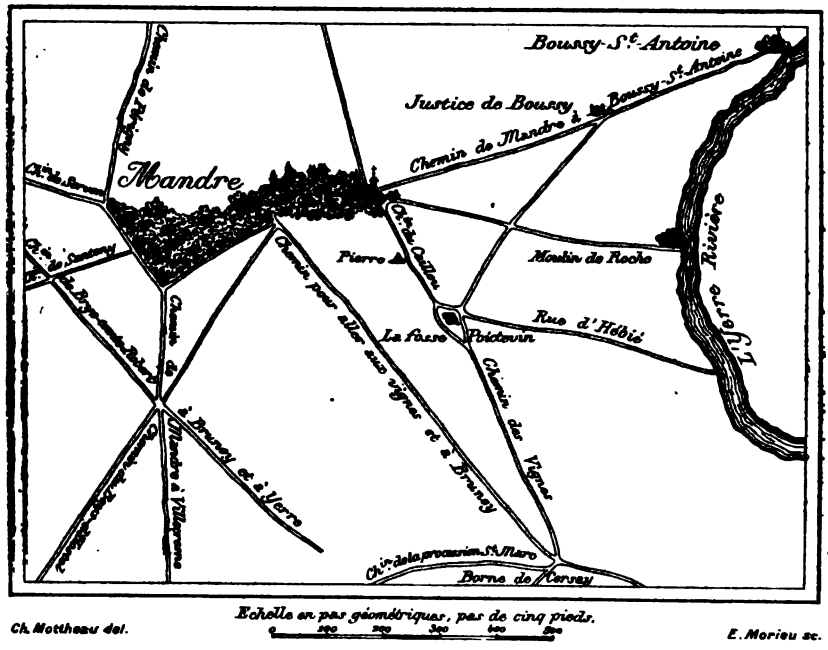


Fig. 1

Extrait du plan des villages de Mandre et Villecresne, dressé en 1637 par Migon.

1. *Archives de Seine-et-Oise*, série A, cote 867.

nous intéresse plus particulièrement, d'après un calque que M. Ch. Mottheau a bien voulu faire pour nous, serait, d'après les recherches, de cet archéologue, beaucoup plus ancien. Selon lui et si l'on en croit aussi ce que dit l'abbé Lebœuf, il serait du 22 février 1637. Mais qu'il soit du XVIIe ou du XVIIIe siècle, ce qui nous importe, c'est la mention qu'il fait d'un *Chemin du Caillou* — l'une des routes conduisant de Brunoy à Mandres[1] — et, sur le côté gauche de ce chemin, à peu de distance du village de Mandres, d'une pierre peinte en rouge sur le plan et dénommée *Pierre*.

Il est ainsi désigné : *Plan des villages de Mandre*[2] *et Villecresne*, dressé en 1637 par Migon, professeur en mathématiques, mesureur et priseur-juré des terres, boys (*sic*), eaux et forests.

Cette double désignation de *Caillou* et de *Pierre* nous parait devoir ne laisser aucun doute sur la nature de ce mégalithe, de plus sa reproduction en couleur sur un plan qui ne présente ainsi coloriés que les villages de Mandres et de Villecresne, l'église de Boussy-Saint-Antoine[3] et sa justice, ainsi que le moulin de *Rocho*[4] semblent indiquer l'importance que l'on attachait encore, à cette époque, à la dite pierre.

Par contre, je n'ai trouvé dans aucun des documents, dont j'ai donné ci-dessus des extraits, le mot *fritte;* (synonyme de *fitte)* qui accompagne presque constamment le mot *pierre*, dans les diverses pièces (*Aveux* et *Dénombrements*) relatives aux menhirs de Brunoy et de Boussy-Saint-Antoine.

Quoi qu'il en soit, je crois pouvoir donc considérer la *Pierre* du plan de Migon comme un menhir analogue à ceux que j'ai relevés dans les villages voisins, mais avec cette différence que ces derniers étaient. pour la plupart, sur les bords de l'Yères, tandis que celui de Mandres, au contraire, se trouvait presque au sommet du plateau qui domine la rivière.

Quant à l'époque à laquelle il a disparu, si je ne puis la fixer avec certitude, je puis peut-être l'indiquer approximativement. En effet, un autre plan de la même région existe, moins complet cependant que

1. Aujourd'hui désigné sous le nom de Route de Brie.

2. Mandres est écrit sans *s*.

3. Le village où nous avons découvert un menhir sur les bords (rive droite) de l'Yères.

4. *Rocho* s'écrit aujourd'hui *Rochopt* et M. Ch. Mottheau l'orthographie intentionnellement *Rocheau*, parce que, dit-il, dans un ancien titre de l'Abbaye de Sainte-Geneviève — il date de 1234 — ce moulin porte le nom de *Rocheel*.

J'ai trouvé aussi ces jours derniers, dans les registres de la mairie d'Epinay-sous-Sénart, *plusieurs titres et papiers concernant le moulin de Rochot dont la moitié est de l'ancien domaine du prieuré d'Epinay*, datés de 1614, 1627, 1644, 1658, 1669 où ce même mot est indifféremment orthographié *Rochot* et *Rochau*.

celui de Migon, sur lequel on retrouve bien, toujours dessiné et désigné sous le même nom, *le Chemin du Caillou*, mais la *Pierre* n'y figure plus.

Ce plan porte la date de 1786, il est extrait du *Terrier du duché-pairie de Brunoy*[1].

Il semble, par suite, vraisemblable que cette pierre n'existait plus à l'époque; elle aurait donc été détruite entre 1637 et 1786.

J'ajouterai que le chemin de la procession Saint-Marc. qui, sur le plan Migon, débouche au carrefour où aboutissent aussi le chemin pour aller aux vignes de Brunoy et le chemin des Vignes[2] (prolongement du chemin du Caillou), formait déjà en 1637 et forme encore aujourd'hui la limite entre le territoire de Brunoy et celui de Mandres. On trouve, à cet entrecroisement, la pierre de bornage de ces deux communes, la Borne de Cersay (aujourd'hui Cerçay) ainsi que l'indiquent les deux lettres sculptées en creux : M (Mandres) et B (Brunoy).

Cette borne, placée en cet endroit du temps, dit-on, de Paris de Montmartel, marquis de Brunoy, serait-elle un morceau du menhir de Mandres ? Je ne puis que poser, à ce sujet, un point d'interrogation.

M. AVENEAU de la GRANCIÈRE
à Moustoir-Lan (Morbihan)

QUELQUES OBSERVATIONS SUR L'AGE DU BRONZE EN BRETAGNE-ARMORIQUE. — LES MONUMENTS ET LES DÉPOTS DE BRONZE

[571-3 (441)]

— Séance du 11 aout —

Avant-Propos

Nous avions l'intention de présenter au Congrès une étude d'ensemble sur l'âge[3] du bronze en Basse-Bretagne — Finistère, Morbihan, Côtes-

1. Archives de Seine-et-Oise, série A., n° 712.
2. Sur le Plan Migon le mot « vignes » est alternativement écrit par un petit v et par un V; comme nous le faisons ici intentionnellement.
3. En employant l'expression *âge* nous ne voulons pas entendre un état uniforme par lequel aurait passé la France entière à un moment déterminé, mais bien un état de civilisation qui semble avoir prédominé dans la région qui nous occupe. Il en sera de même du terme *époque* du bronze que nous emploierons de préférence et comme moins général.

du-Nord — comprenant l'inventaire détaillé des monuments, dépôts et cachettes de cette période, accompagné de cartes. Malheureusement nous en avons été empêché faute de temps, et aussi de renseignements. Toutefois, nous avons une partie des matériaux et nous les publierons plus tard, dès que nous aurons ceux qui nous manquent[1].

En attendant, nous nous permettons de soumettre au Congrès quelques observations bien incomplètes, nous le savons, et, du reste, sans aucune prétention, nous limitant à la rigoureuse observation des faits, à leur exposition simple. Cet exposé, tout élémentaire, ne saurait prétendre à établir des comparaisons.

L'époque du bronze se trouve retracée sur et dans le sol armoricain par des monuments, des dépôts et des cachettes de fondeur.

Les monuments comprennent : les *tombeaux*, les *pierres levées*, les *habitations* et les *enceintes fortifiées*. Les uns comme les autres renferment l'industrie de cette phase ; toutefois ce sont les sépultures qui fournissent à l'observation les plus précieux documents.

Les dépôts, quels qu'ils soient — réunions d'objets souvent différents, neufs ou plus ou moins usés — ont été confiés à la terre par les soins de leur propriétaire, marchand, fondeur ou autre, pour une raison quelconque. Quelques-uns d'entre eux doivent leur origine à des pratiques religieuses ; ils représentent les offrandes en l'honneur des divinités : la *part des dieux*.

Jusqu'à ce jour, les restes humains découverts dans les chambres sépulcrales caractérisant cette époque sont excessivement rares, et, par suite de leur mauvais état de conservation, n'ont pu être étudiées utilement.

I. — Les Monuments

L'âge de la pierre n'a pas cessé subitement à l'arrivée du métal. Le mobilier des monuments armoricains prouve qu'il a eu une survivance. Les pointes de flèche en silex, parfois de vrais chefs-d'œuvre, les marteaux, les grattoirs et les percuteurs, — ces deux derniers instruments sont généralement recueillis dans les tranchées — ainsi que de nombreux fragments de silex qu'on rencontre fréquemment en sont un témoignage. Le bronze s'est introduit peu à peu, le métal était rare et précieux, quelques privilégiés seuls s'en servaient.

Ce qui concerne le mobilier peut s'appliquer également au mode de construction des monuments funéraires. Ainsi, prenons pour exemple

1. Nous avons également l'intention d'entreprendre le même travail pour les Temps préhistoriques en Basse-Bretagne, c'est-à-dire l'inventaire détaillé des périodes *Paléolithique* et *Néolithique*.

Carnac. Là, nous trouvons des caveaux dont la construction est identique à celle qui caractérise les chambres de l'âge du bronze. Nous y rencontrons, en effet, les premières parois latérales, maçonnées à pierres sèches, supportant la ou les dalles tumulaires. L'aire funèbre offre, dans bien des cas, les mêmes particularités; elle se compose d'argile foulée, du dallage de pierres et enfin d'un plancher en bois. Si l'incinération n'est pas complète, ni même absolument prouvée, on trouve les cendres, le charbon, accompagnement de toutes sépultures de l'âge du bronze[1].

Nous avons parlé de quelques sépultures de Carnac, bien qu'il y en ait d'autres en Bretagne offrant les mêmes particularités, parce que Carnac est la station typique des plus anciens monuments précurseurs du bronze.

Les monuments qui ont précédé les premiers tumulus de l'époque du bronze sont ceux où on a trouvé de l'or associé à des vases en forme de tulipe et à des pendeloques. La survivance de la pierre, en ce qui concerne les armes, — nous voulon sdire les pointes de flèches en silex — se manifeste surtout sur les côtes, comme nous l'indiquerons plus loin, tandis que dans le centre les monuments caractérisent plus franchement une epoque de bronze.

§ *1. Les Tombeaux.* — Les tumulus armoricains sont situés, par groupes, quelquefois assez nombreux, sur des plateaux élevés, d'où l'œil embrasse un vaste horizon. Le contraire est l'exception. Ils sont rarement isolés; généralement, on les rencontre par deux à quelques centaines de mètre de distance l'un de l'autre, et l'un d'eux est toujours plus considérable. La forme circulaire plus ou moins étendue s'élevant en cône plus ou moins arrondi et élevé, est la caractéristique des tumulus armoricains. L'enveloppe et la composition du tertre varie selon les circonstances qui présidaient à son élévation. Toutefois, quelle que soit la terre ou l'argile plus ou moins compacte qui la compose. elle est toujours mêlée de nombreux morceaux de charbon de bois. Cette observation a été faite dans tous les tumulus soigneusement explorés. Les uns sont composés entièrement de terre; les autres, sous une enveloppe de terre d'épaisseur variable, renferment un *galgal* ou noyau de pierre, érigé en cône, destiné à empêcher les infiltralions extérieures de pénétrer dans la chambre funéraire et principalement d'empêcher l'écartement de ses parois sous le poids, parfois énorme, de la table de recouvrement, en les soutenant dans les côtés.

La terre qui a servi à leur construction n'a jamais été prise à pied

1. *Bulletins de la Société Polymathique du Morbihan*, années 1862, 1863, 1864, etc., Vannes.

d'œuvre, même pour les plus grands tumulus. Cette constatation a été souvent faite et jamais, dans le voisinage d'un tumulus, on n'a observé d'excavation indiquant qu'on l'ait prise sur place. Il en est de même pour l'amoncellement de pierres ou galgal, quand il existe.

Les chambres funéraires, quand il y en a, reposent, les unes, au niveau du sol, les autres, à quelques centimètres au-dessous, et, enfin s'enfoncent parfois jusqu'à deux mètres de profondeur. Leur longueur, leur largeur et leur hauteur sont très variables. Toutefois, nous n'en connaissons pas dépassant 3 mètres de longueur sur 2 mètres de largeur et 2 mètres de hauteur sous la dalle tumulaire. Le dépôt incinéré — généralement plus fréquent que l'inhumation — est placé dans l'intérieur du caveau funéraire directement sur le sous-sol, sur l'argile foulée, sur un dallage en pierres plates ou enfin sur un plancher de bois, généralement en chêne, dont l'épaisseur varie jusqu'à 10 centimètres. Pour les sépultures importantes, l'aire funèbre est composée de ces différents matériaux, le plancher placé en dessus.

Comme le mode de leur construction, les dimensions des tumulus sont très variées, ainsi qu'on va en juger. Sur 106, soigneusement mesurés, nous en trouvons 11 ayant de 40 à 50 mètres de diamètre (l'un d'eux a 60 mètres , 25 de 30 à 40 mètres, 49 de 20 à 30 mètres, 11 de 15 à 20 mètres et enfin 10 tumulus de 10 à 15 mètres de diamètre. Leurs hauteurs, très variables — 0^{m},50 à 5^{m} — sont parfois disproportionnées. Certains tumulus, ayant à peine 20 à 25 mètres de diamètre, ont 3 à 4 mètres de hauteur, tandis que de grandes tombelles de 40 mètres de diamètre n'ont que 2 mètres à peine et d'autres 5 mètres de hauteur. La dimension moyenne est donc de 20 à 30 mètres de diamètre, et la hauteur de 1^{m},50.

Grâce à l'infatigable et savant chercheur, M. P. du Chatellier, nous avons désormais un ensemble remarquable de monuments, très minutieusement étudiés, appartenant incontestablement à l'époque du bronze, offrant à l'étude les observations les plus intéressantes. Nous voulons parler des 161 tumulus, tous groupés sur les sommets des collines entourant à l'est et au sud le marais de Saint-Michel, entre les montagnes d'Arrhées et les montagnes Noires (Finistère)[1]. Il est à peine besoin de faire remarquer qu'il y a eu dans ces parages une très forte agglomération de population, d'autant plus significative que la période néolithique a, au contraire, laissé peu de traces (6 *dolmens* et 11 *memhirs*). Les dimensions que nous avons données sont celles des tumulus de la région des montagnes d'Arrhées ; elles

1. P. du Chatellier, *Explorations sur les montagnes d'Arrhées et leurs ramifications, années 1895 et 1896.* Saint-Brieuc, 1897.

s'appliquent à toutes les tombelles armoricaines de l'époque du bronze.

La construction des tumulus, l'architecture des chambres sépulcrales sont très variées. Nous allons successivement examiner les différents modes.

I. — Les tumulus composés de terre ou d'argile plus ou moins compacte sans noyau de pierre ou *galgal*, ne renfermant aucun caveau. Les restes incinérés du défunt étaient déposés directement, sans aucune protection, sur le fond de la sépulture creusée quelquefois jusqu'au sous-sol. Près d'eux était placé, dans certains cas, un vase en argile à anses. Parfois, sur la roche du sous-sol, une couche d'argile plus ou moins épaisse, avait été étendue pour recevoir le dépôt incinéré[1].

M. du Chatellier a fait une constatation bien intéressante à *Coscastel*, en Berrien, sous un tumulus de ce genre, ayant 45 mètres de diamètre et 2 mètres de hauteur. Nous croyons devoir la mentionner comme étant une contribution à l'histoire des coutumes de l'époque du bronze. « Lors de sa construction, dit-il, le tumulus étant élevé à 0^{m},70 au-dessus du niveau du sol, on y dressa un bûcher sur lequel furent brûlés les corps de guerriers tués, sans doute, dans quelque rencontre avec une tribu rivale, et leurs restes incinérés, laissés sur place, furent simplement recouverts d'une couche d'argile ayant aujourd'hui 1^{m}, 45 d'épaisseur au point culminant[2]. » La couche de cendre couvrait un espace à peu près carré de 6 mètres de côté et épaisse de 0^{m},08[3].

II. — Les tumulus entourés à la base de *cromlechs* recouverts, sans chambre intérieure. Les restes incinérés étaient déposés, là encore, au fond du tumulus sans aucune protection[4]. Ce genre de sépulture était, semble-t-il, déjà en usage à l'époque néolithique. A *La Haye*, en Saint-Gravé (Morbihan), sous un tumulus de 1^{m}, 50 d'élévation, on a trouvé un cercle formé par 14 grandes pierres de granit, et, au centre, deux menhirs ayant environ 1^{m},75 de hauteur. L'intérieur était rempli de cendres et de charbons. On y a recueilli une hache en silex[5] (*fig. 1* et *2*).

III. — Les tumulus recouvrant des abris formés de plusieurs pierres, posées debout, s'arc-boutant l'une contre l'autre, sous les-

1. P. du Chatellier. *Explorations sur les montagnes d'Arrhées*, p. 7, 8 et 12.
2. *Ibidem*, p. 15.
3. *Ibidem*, p. 15.
4. *Ibidem*. p. 29.
5. *Bulletins de la Société Polymathique du Morbihan*, 1874, p. 112.

quelles était placé le dépôt incinéré sur le sol même ou sur une pierre plate disposée à cet effet[1]. Tantôt, les pierres sont posées l'une

FIG. 1

Croquis du monument

FIG. 2

Plan du monument

FIG. 1 et 2. — Cromlec'h tombeau de la Haye, en Saint-Gravé (Morbihan). Echelle de 0 m, 01 pour 1 m.

contre l'autre en triangle, tantôt, toujours inclinées de façon à se rejoindre par le sommet, elles forment un abri de forme elliptique[2].

IV. — Les tumulus renfermant des coffres de pierre ou *stone-cists*, formés de 4 ou 6 ardoises ou dalles de granit, placées de champ en terre, recouverte d'une septième posée horizontalement. Les restes incinérés — quand il y a incinération — sont déposés à l'intérieur sur le sol même ou sur un dallage formant le fond du coffre. La mesure moyenne de ces petits caveaux est de 1m,05 de longueur sur 0m,40 de largeur et 0m,30 de profondeur[3]. Ces *stone-cists* sont parfois complètement rempli de restes incinérés[4]. Dans certains cas, toujours formés de pierres placées debout, ils sont circulaires, dallés au fond et recouverts d'une pierre plate, ou affectent la forme d'un four. Dans tous les cas, ils sont toujours de très petites dimensions[5].

Parfois, surtout quand le sous-sol est dur, en guise de coffre, on l'utilisait en y creusant une petite excavation à peu près carrée dans

1. P. DU CHATELLIER, *op. cit.*, p. 34 et 48.
2. *Ibidem*, p 7 et 8.
3. *Ibidem*, p. 10, et AVENEAU DE LA GRANCIÈRE, *Coffre de pierre de Kerinic en Pluguffan* (Finistère). — Ex. des *Bull. de la Soc. Archeo. du Finistère*, 1896. Toutefois, nous devons ajouter que dans les *stone-cists* et autres coffres de pierre les sépultures sont plus fréquentes à inhumation directe. (P. DU CHATELLIER. *Les époques préhistoriques et gauloises dans le Finistère*. Paris, 1889).
4. P. DU CHATELLIER, *op. cit.*, p. 14.
5. *Ibidem*, p. 28.

laquelle on déposait les restes incinérés ; une pierre plate était placée sur le dessus. Dimensions : 0m,40 et 0m,25 de profondeur[1].

V. — Les tumulus enveloppant un *galgal* protégeant la chambre sépulcrale, de forme rectangulaire, aux parois maçonnées à pierres sèches. C'est, en quelque sorte, la sépulture caratéristique de l'époque du bronze. Les murailles du caveau supportent directement la dalle de recouvrement ou des pierres plates débordant à l'intérieur pour recevoir la dalle insuffisamment grande. Ces dernières chambres sont dites à encorbellement et très fréquentes. Ce genre de construction n'existe que sous tumulus. L'encorbellement a été utilisé à l'époque néolithique; l'un des dolmens à menhirs supports appartenant franchement à la période *carnacéenne* (Nous employons l'expression *carnacéenne* qui désigne bien dans la région bretonne l'une des phases de l'âge de la pierre polie) en fournit un exemple : le dolmen de *Roch-er-Naud,* en Saint-Pierre de Quiberon (Morbihan), aujourd'hui propriété de l'État.

Sur la côte morbihannaise, parmi les plus anciens monuments aux parois dolméniques en maçonnerie sèche, nous avons ceux de *Crubelz* de *Tumiac,* en Arzon, de *Saint-Michel,* à Carnac. Or, s'ils ont de l'analogie, en ce qui concerne la construction de la chambre sépulcrale, avec ceux de l'époque du bronze, ils en diffèrent absolument par leur mobilier. Nous citerons le tumulus du *Griguen.* en Plouhinec (Morbihan), avec caveau muraillé à pierres sèches, comme l'un des plus anciens de l'époque du bronze. Outre qu'il y avait traces d'incinération, il a donné un poignard triangulaire en bronze et un vase à 4 anses, grossièrement fait en deux morceaux, d'après la méthode primitive[2].

Parfois la construction de la chambre ou la disposition du galgal de cette catégorie offrent certaines particularités. Ainsi le sous-sol sablonneux de la chambre du *Brignou,* en Berrien (Finistère), avait été creusé de 0m50 plus bas que les murs disposés en forme de demi-ellipse et recouvert d'une dalle énorme[3]. A *Coëtnan,* en Malguénac (Morbihan), nous avons fouillé un tumulus dont le galgal, à partir du niveau du sol, s'enfonçait verticalement et circulairement jusqu'au sous-sol naturel, fond de la sépulture, recouvrant une petite chambre.

1. P. du Chatelier, *op. cit.*, p 29.
2. Félix Gaillard, *Une série d'explorations à Plouhinec.* Le tumulus du Griguen, fouillé en février 1884. Vannes, Galles, 1884.
3. P. du Chatellier, *op. cit.*, p. 8 et 9.

Cette sépulture nous a donné un très joli vase à anses fait à la main et un poignard réduit à l'état d'oxyde[1] *(fig. 3)*.

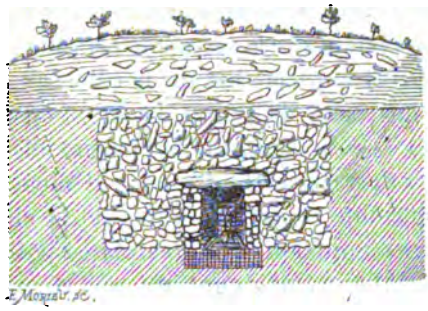


FIG. 3

Sépulture intérieure. Coupe sud-nord du tumulus de Coëtnan en Malguénac (Morbihan) Échelle de 0 m, 01 pour 1 m.

VI. — Les tumulus recouvrant des chambres ovalaires ou rondes voutées en forme de four ou circulaire en forme de ruche. Ces sépultures étaient construites à parois plus ou moins circulaires à pierres plates posées légèrement en encorbellement l'une sur l'autre, de sorte qu'elles ont la forme d'une ruche ou d'un four[2].

Nous croyons devoir mentionner ici les constatations inédites faites par M. du Chatellier, au *Ruguellou*, en La Feuillée (Finistère). Il s'agit de deux chambres funéraires, dans le genre de celles dont nous venons de parler, l'une recouverte par une dalle, l'autre par une voûte en pierres plates disposées en encorbellement, qui étaient complètement enveloppées d'argile ferrugineuse que les constructeurs avaient vitrifiée par un feu ardent, afin de les protéger contre les infiltrations extérieures[3].

VII. — Les tumulus enveloppant un galgal recouvrant des enceintes semi-circulaires avec chambres sépulcrales centrales, à maçonnerie sèche. Le tumulus de Saint-Fiacre, en Melrand (Morbihan) — 50 m de diamètre sur 5 m de hauteur — est l'un des plus beaux monuments découverts de ce genre. Il nous a donné un mobilier remarquable. La composition de l'aire funèbre était complète. A 11 mètres de la base, nous avons rencontré le commencement d'un amoncellement de pierres s'élevant en cône vers le centre, et, à 12 mètres un *menhir taillé* ser-

1. AVENEAU DE LA GRANCIÈRE, Le bronze dans le centre de la Bretagne-Armorique. *Fouille du tumulus de Coëtnan, en Malguénac* (canton de Cléguerec, Morbihan). *Société Polymathique*, 1897.
2. P. DU CHATELLIER, *op., cit.*, p. 17, 27 et 52.
3. *Ibidem*, p. 42 et 43.

vant de point de départ à une enceinte semi-circulaire, d'une régularité parfaite, encadrant du sud au nord — à quelques mètres — tout le côté ouest de la chambre sépulcrale placée au centre du monument au milieu et sous le noyau de pierres. La construction, de l'épaisseur d'une seule pierre, établie sur le sol même est faite en deux assises de pierres juxtaposées et superposées sur le côté. Ces pierres, toutes en granit, ont une épaisseur d'environ 0m,20 — épaisseur de la paroi formant l'enceinte — et la courbure de chacune d'elle est bien déterminée pour former l'arc-de-cercle. L'amoncellement de pierres servait de contrefort à l'enceinte et aux murailles de la chambre sépulcrale qui supportaient, avec quelques pierres plates posées en encorbellement, une énorme table dolménique[1] (*fig. 4* et *5*).

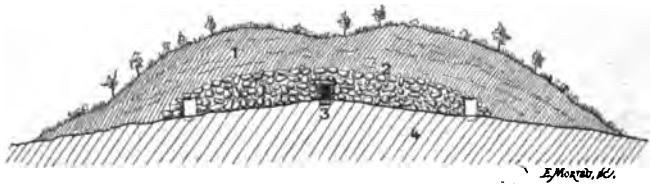


FIG. 4

Coupe sud-nord suivant la tranchée

1. Terre jaune, croûte du tumulus.
2. Galgal.
3. Chambre sépulcrale.
4. Sous-sol rocheux et sablonneux.

FIG. 5

Croquis de l'enceinte semi-circulaire

FIG. 4 et 5. — Tumulus de Saint-Fiacre, en Melrand (Morbihan).
Échelle de 0m,003 pour 1 m.

Les sépultures sous tumulus à enceintes plus ou moins semi-circulaires, avaient déjà été rencontrées en Bretagne. Nous en connaissons deux, l'une découverte par M. l'Abbé Prigent, dans les Côtes-du-Nord, mais, ici l'enceinte forme la chambre sépulcrale et lui sert de parois[2] ; l'autre, par M. P. du Chatellier, au village de Kervern, en Plozévet (Finistère)[3]. Les murs de cette dernière enceinte affectent la forme d'un fer à cheval très fermé. L'enceinte semi-circulaire de Saint-Fiacre, formant l'arc de cercle parfait reste donc unique en son genre.

1. AVENEAU DE LA GRANCIÈRE, L'âge du bronze dans le centre de la Bretagne-Armorique. *Fouille du tumulus à enceinte semi-circulaire de Saint-Fiacre, en Melrand* (canton de Baud, Morbihan). *Société Polymathique*, 1897 et *l'Anthropologie*, T. IX, p. 134, 1898. Paris, *Masson*, éditeur.
2. *Mémoires de la Soc. d'Émulation des Côtes-du-Nord*, t. XVII, 1880, p. 173.
3. P. DU CHATELLIER, *Revue archéologique*, 1882. Paris, *Leroux*, éditeur.

VIII. — Les tumulus recouvrant des chambres sépulcrales dont les parois sont formées soit par le sous-sol naturel creusé à cet effet, soit par des murailles à pierres sèches servant de support à des *madriers de bois*, la plupart du temps décomposés, destinés à protéger le caveau sépulcral des infiltrations des terres au lieu des dalles de pierres. Nous avons plusieurs exemples : le tumulus de *Kergoniam*, en Guisseny, fouillé par MM. du Chatellier et l'abbé Abyrall; celui de *Keruzoret*, en Plouvorn (Finistère)[1]; celui de *Lesvérec*, en Trévérec (Côtes-du-Nord), fouillé par M. le commandant Martin et M. Berthelot du Chesnay, etc.

Certains tumulus sont composés de *différentes* couches de terres — par exemple, celui de *Porz-ar-Saoz*, en Trémel (Côtes-du-Nord) — et parfois aussi, dans le milieu, de *sable de terre blanc*, comme celui de *Keruzoret*, en Plouvorn (Finistère).

IX. — Dans la commune de Plabennec (Finistère), M. P. du Chatellier a fouillé un tumulus recouvrant une chambre sépulcrale mégalithique identique à celles de la zone maritime du Morbihan, avec dallage et parquet en bois. « La chambre est, de plus, lambrissée et « une banquette en pierre revêtue de bois de chêne court le long des « parois. Le mort avait été incinéré, ses cendres et ossements brûlés « étaient accumulés au fond de la cella. Auprès étaient déposés dans « une gaîne en bois deux beaux poignards de bronze. Mêmes rites « funéraires à *Kerougant* et à *Gourillac'h*, en Plounévez-Lochrist, « chambre lambrissée, poignard en bronze[2]. »

Nous avons examiné la construction des monuments les plus fréquemment rencontrés, car nous n'avons point la prétention de les avoir tous décrits. Du reste, les fouilles à venir, nous réservent peut-être des constatations nouvelles. Toutefois, avant de clore la liste des monuments armoricains appartenant franchement à l'époque de l'introduction du bronze, nous croyons devoir mentionner les tumulus recouvrant des *enceintes circulaires*, construites en maçonnerie sèche, avec petits caveaux formés de pierres plates, placés au centre du monument et quelquefois superposés. Ces tumulus, appartiennent, croyons-nous, à la période de transition ou au 1er âge du fer, l'*hallstattien*. On y rencontre, en effet, le bronze associé au fer et les vases diffèrent de ceux de la période précédente. Il nous suffira de nommer les enceintes circulaires du *Nignol*, en Carnac[3], celles du

1. *Bull. de la Soc. archéo. du Finistère*, Procès-verbaux, t. XXV, 1898, p. XXIII.
2. Alexandre BERTRAND, de l'Institut, *La Gaule avant les Gaulois*, 2e édit., 1891, 140 et 142.
3. *Bull. Soc. Polymathique du Morbihan*, 2e semestre, 30 juillet 1898.

Rocher, en Plougoumelen, celle de *Nillizienn*, en Silfiac (Morbihan)[1] (*fig. 6*), et un monument semblable, découvert à *Kerbascat*, en Tréguennec (Finistère), et reconstitué par M. du Chatellier dans le parc de Kernuz. Enfin le monument de *Keranbriguen*, en Elliant (Finistère) récemment exploré par M. le Vicomte de Villiers du Terrage[2]. Tous ces monuments ont été reconnus à incinération.

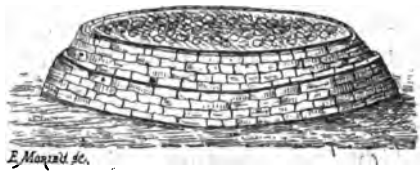


FIG. 6

Monument circulaire du Nillizienn en Silfiac (Morbihan)
Échelle de 0m,01 pour 1 m.

Les *grottes sépulcrales artificielles* à chambres souterraines à un ou plusieurs compartiments se communiquant, creusées de main d'homme, dans le schiste ou le tuf résistant, appartiennent, croyons-nous, également à la 1re période du fer. Les poteries recueillies caractérisent bien cette époque, le fer se trouve associé au bronze, et il y a même survivance de la pierre[3].

Nous devons encore parler avant de fermer définitivement la liste des monuments funéraires, des *Cénotaphes* ou *tumulus de souvenir*.

Ces monuments, si bien étudiés en Bretagne par M. P. du Chatellier, ont été élevés, on ne peut en douter, à la mémoire de quelque guerrier mort dans une expédition plus ou moins lointaine et dont le corps n'a pu être inhumé au milieu des siens. Ils sont uniquement composés d'argile mêlée de morceaux de charbon, sans galgal ni grand caveau à l'intérieur. Ce charbon qu'on rencontre dans l'enveloppe de tous les tumulus, même dans ceux-ci qui ne sont que le simulacre d'une sépulture, indique un rite funéraire.

Dans un tumulus de ce genre, en Brennilis (Finistère), M. du Chatellier a rencontré, tout au fond du monument, un fossile du genre oursin, protégé par trois petites pierres plates, rien autre chose[4]. Il en conclut, avec raison, que c'est un tumulus de souvenir. Une découverte dans le même genre nous est, du reste, arrivée et vient confirmer les

1. *Bull. Soc. Polymathique du Morbihan*, année 1891.
2. *Bull. de la Soc. Archéo. du Finistère*, t. XXV, 1898, p. 422.
3. *Ibidem*, 1867, p. 110; 1872, p. 119 et 125. — AVENEAU DE LA GRANCIÈRE, *Les chambres souterraines artificielles*. — *Bull. de la Soc. Polymathique*. 1897.
4. P. DU CHATELLIER, *op. cit.*, p. 29.

conclusions de M. du Chatellier. Nous ne l'avons pas encore publiée. Sous une petite tombelle plate de 10m de diamètre sur 0m,50 de hauteur entièrement composée d'argile sans pierres, au village de *Kerinic*, en Pluguffan (Finistère), nous avons rencontré un petit stone cist, formé de six pierres plates en granit, y compris les dalles du fond et du dessus, ayant 30 centimètres carrés, dans lequel étaient déposées huit dents fossiles de ruminant *(fig. 7 et 8)*.

FIG. 7

Coupe est-ouest suivant la tranchée
Échelle de 0m,075 pour 10 m.

FIG. 8

Croquis du petit coffre
Échelle de 0m,02 pour 0m,30

FIG. 7 et 8. — Tumulus de Souvenir de Kerinic, en Pluguffan (Finistère)

Qu'est-ce encore que ce monument, sinon un tumulus de souvenir. Il y a là, croyons-nous, une idée pieuse. Cet oursin, ces dents fossiles sont peut-être des fétiches, des souvenirs précieux du défunt.

Élevait-on avant l'époque de l'introduction du bronze des cénotaphes ? Jusqu'ici aucune observation le constatant n'a été faite en Bretagne, que nous sachions. Toutefois on serait tenter de le croire. Pendant l'âge du fer a-t-on continué cette pieuse coutume ? Nous le pensons, puisqu'aujourd'hui encore, sur les côtes bretonnes, on élève les tombes analogues, en souvenir des marins disparus en mer.

La construction des tumulus de l'époque du bronze est très variée, nous venons de le voir. Tout dépendait des circonstances qui présidaient à leurs élévations.

Toutefois on ne trouve plus de chambres sépulcrales ayant uniquement pour supports des pierres levées, comme pendant la période éolithique. Les vrais mégalithes disparaissent. De plus, les caveaux

sont toujours recouverts d'un tumulus. Malgré leurs différences de construction, ces sépultures, si diverses qu'elles soient, renferment les mêmes mobiliers. Il est donc rationnel de dire qu'elles appartiennent toutes à la même époque, qui semble relativement assez longue en Armorique, et au cours de laquelle on suivrait même, avec une certaine attention, différents progrès dans les armes et le mobilier.

Ainsi, pour l'enceinte circulaire et semi-circulaire, on suit parfaitement son évolution en Armorique à travers les âges. Les dolmens, les allées couvertes sont souvent entourés, sinon complètement, du moins en partie, de grandes pierres fichées debout en terre. Ces sortes d'enceintes, destinées à servir de contrefort, peu à peu se perfectionnent, sont plus régulières et deviennent enfin ces admirables monuments dont nous avons parlé.

Les chambres funéraires de l'époque du bronze sont le plus souvent orientées du levant au couchant, coutume qui existait déjà pendant l'époque *carnacéenne*. L'inhumation a cessé d'être le mode de sépulture général, l'incinération déjà pratiquée à la fin des temps néolithiques n'a pas tardé à devenir de règle[1]. Elle était faite le plus généralement d'une manière complète ; les restes d'ossements, avec les cendres, étaient répandus, habituellement, sur toute l'étendue de la chambre sépulcrale. La plupart du temps, les vases trouvés dans les caveaux sont vides. Le contraire est rare. On a constaté plusieurs fois qu'ils étaient couchés sur le côté, l'orifice dirigé à l'est ou à l'ouest. Ils ont été placés ainsi intentionnellement, on ne peut en douter[2].

Parfois l'incinération avait lieu sur place. Dans ce cas, le fond de la sépulture est calciné, rougi par le feu. Le plus généralement, elle avait lieu en dehors du caveau[3]. L'épaisseur de la couche des restes incinérés est très variable. Les dimensions des caveaux n'en dépendent pas. Elle varie de $0^m,01$ à $0^m,02$ jusqu'à $0^m,30$ et même plus[4]. L'inhumation est plutôt une exception. Ainsi, sur les nombreux tumulus

1. M. du Chatellier a le premier proclamé la contemporanéité des rites de l'*incinération* et de l'inhumation dans les sépultures des époques de la *pierre polie* et du *bronze* en Bretagne. (*Mémoires de la Société d'Émulation des Côtes-du-Nord, année 1883*, et dans plusieurs autres travaux plus récents).

2. P. du Chatellier, *Deux tumulus de l'époque du bronze*. Sépulture de Kervaho, à Saint-Yvi (Finistère). Saint-Brieuc, 1896.— Aveneau de la Grancière, *Fouille du tumulus de Coëtnan, en Malguénac* (Morbihan).— *Soc. Polymathique*. Vannes, 1898.

3. Aveneau de la Grancière, *Fouille du tumulus à enceinte semi-circulaire de Saint-Fiacre, en Melrand* (Morbihan). Vannes et Paris, 1898.

4. P. du Chatellier, *op. cit.*, p. 53 et *passim*.

observés par M. du Chatellier, lors de ses explorations dans les régions montagneuses d'Arrhées, *neuf* seulement, recouvraient des sépultures par inhumation directe, *douze* étaient des cénotaphes, tous les autres recouvraient des sépultures par incinération[1]. C'est dans l'une des sépultures par inhumation, au *Reuniou*, en Berrien, que le savant archéologue a recueilli un squelette recouvert d'un linceul en cuir fait de plusieurs peaux cousues ensemble. Le squelette est couché soit sur le dos[2], soit sur le côté, les jambes repliées, les bras le long du corps, la tête, généralement à l'est[3].

Dans tous les cas, la chambre sépulcrale était fermée à l'extrémité est, ou si la sépulture, n'était pas exactement orientée est-ouest, à l'extrémité la plus rapprochée de l'est[4].

Dans l'enveloppe des tumulus ayant une certaine élévation, on a constaté assez fréquemment, à des hauteurs différentes, quelques petits foyers de cendre. Il y a tout lieu de croire que ce sont les restes de feux allumés pendant la construction du monument.

Le mobilier des sépultures de l'époque du bronze est tout particulièrement caractérisé par les objets divers suivants, qu'on recueille seulement dans les monuments dont nous avons parlé.

1° Par les vases, de 1 à 4 anses, affectant la forme de deux cônes tronqués réunis par la même base. Les vases en bronze sont plutôt l'exception. Les écuelles à fond rond, les vases en forme de tulipe qui caractérisent la poterie dolménique-carnacéenne ont disparu. Les sépultures seules ont donné des vases entiers. Ils sont fabriqués, sans le secours du tour, avec de la pâte argileuse, plus ou moins foncée, quelquefois noire, et ordinairement mêlée de sable et de quartz ; la cuisson laisse souvent à désirer. Les vases sont de petites et moyennes dimensions. Les décors, plutôt rares, sont caractérisés par des ornements faits à la pointe. Les dents de loup se présentent fréquemment. Le vase et le fond du mobilier des sépultures armoricaines de l'époque du bronze. Le plus souvent, il est seul au milieu des restes incinérés.

2° Par les poignards à lame souvent plate et triangulaire, avec emmanchement en bois et rivets et parfois à languette. Ils sont presque toujours en fort mauvais état de conservation et même, dans bien des cas, réduits à l'état d'oxyde blanc. Les poignards indiquent déjà une sépulture importante. Peu de tumulus en renferment plus d'un, et beaucoup n'en contiennent pas. Ils accompagnent toujours

1. P. du Chatellier, p. 63.
2. *Ibidem*, *op. cit*, p. 6.
3. *Ibidem*, p. 6 et 13.
4. *Ibidem*, p. 13 et constatation personnelle.

soit un vase à anses, soit d'autres objets en bronze, soit des pointes de flèche en silex et ne se rencontrent jamais autrement. L'emmanchure des poiguards est généralement en bois, du bois blanc, le plus souvent. Six sépultures (4 dans les Côtes-du-Nord et 2 dans le Morbihan) ont donné des poignards semblables dont les manches en bois étaient incrustés de petits *clous d'or*. Quatre de ces sépultures renfermaient aussi des pointes de flèche en silex[1].

3° Par les haches plates, dites aussi à bords droits qu'on recueille seulement dans les sépultures très importantes. Elles sont toujours accompagnées de poignards et quelquefois d'épées, lances à rivets et pointes de flèche en silex, rarement en bronze.

4° Par les pointes de flèche en silex barbelées et à pédoncule. Jusqu'à ce jour, elles ont été recueillies principalement dans les tumulus de la côte[2]. (10 tumulus dans le Finistère, 3 dans les Côtes-du-Nord et 1 dans le Morbihan.) Elles sont toujours accompagnées de poignards triangulaires et quelquefois de haches plates à très légers rebords.

Nous avons mentionné les objets caractérisant le mieux les sépultures de l'époque du bronze sans prétendre toutefois qu'on n'en rencontre pas d'autres.

Les tombeaux de l'époque du bronze n'ont pas donné, que nous sachions, d'instruments ou d'armes à *douille*, pas plus que des haches à *talons*, à *ailerons* et bien entendu à douille.

On a rencontré quelquefois dans les sépultures carnacéennes des *plaques rectangulaires*, la plupart du temps en pierres schisteuses ou en roches dioritiques, toujours accompagnées de quelques pointes de flèche plus ou moins finement taillées, mais qu'on ne peut comparer à celles, vraiment admirables, qui caractérisent l'époque de l'introduction du bronze en Armorique. D'après sir John Evans ce sont des *brassards* ou plaque à protection. Les flèches rendent l'hypothèse très vraisemblable. Plusieurs sépultures de l'époque du bronze ont donné des plaques dans le même genre, mais en matières beaucoup plus recherchées. Nous en avons recueilli une fort jolie, en écaille, dans la chambre sépulcrale de saint-Fiacre, en Melrand (Morbihan) ; nous en connaissons une autre, en jais ou en lignite, provenant d'un tumulus de Plouyé (Finistère), et conservée au musée de

1. Aveneau de la Grancière, *Le Bronze en Bretagne-Armorique*. De quelques sépultures de l'époque du bronze en Armorique occidentale. *L'or dans la décoration des manches de poignards*.—Ext. du *Bull. archéol. de l'Association bretonne*, t. XVII, 1899 (avec carte indiquant la distribution des sépultures en question).

2. Aveneau de la Grancière, *Ibidem*.

Quimper[1]. Nous ne pensons pas que la plaque de Saint-Fiacre ait pu servir de brassard. Elle nous semble être plutôt un objet de parure ou une amulette.

Les fouilles des sépultures de l'époque du bronze n'ont pas donné de grains de colliers en pierres taillées comme celles des monuments funéraires de la période précédente, pas plus que de perles en terre cuite ou en verre. Est-ce à dire qu'à l'époque du bronze les parures en grains d'enfilage étaient démodées. Nous ne le pensons pas. Il n'était, sans doute, plus d'usage de les placer à côté des restes du défunt. On les employait à l'époque carnacéenne, on les retrouve à l'âge du fer, et certains des grains qui les composaient sont encore aujourd'hui possédés par les descendants des Armoricains[2]; il faut donc admettre, il nous semble, qu'on s'en servait comme parures à l'époque du bronze.

Si, dans les sépultures de cette époque, on n'a pas recueilli de grains en pierres de couleurs, on y a trouvé des débris de coquilles provenant, sans doute, de colliers[3].

A-t-on remarqué des *traces d'aliments* dans l'intérieur des vases recueillis dans les sépultures ? Nous n'en savons rien. Il faudrait s'appliquer a les bien examiner et à analyser les moindres résidus. Personnellement, nous avons constaté dans le vase de la sépulture de *Coëtnan*, en Malguénac (Morbihan) des traces de dépôt blanchâtre que, faute d'analyse, nous ne pouvons préciser.

Toutefois, il semble provenir d'aliments demi-liquides, probablement préparés au lait.

§ 2. — *Les Pierres levées.* — A-t-on continué à élever des *menhirs* pendant l'époque du bronze en Armorique ? Il y a tout lieu de le croire, bien que rien ne le prouve absolument. La plupart des menhirs se rencontrent même dans le voisinage de dolmens appartenant à la période néolithique, et cette particularité semblerait infirmer ce que nous avançons. Toutefois, les différentes coutumes qui se sont si bien perpétuées à travers les âges semblent appuyer cette hypothèse. Le très remarquable menhir-autel de Kernuz (près Pont-l'Abbé), déterré à Plobannalec (Finistère) est encore un argument en sa faveur, bien qu'il soit d'une époque plus récente[4].

Quelque soit le rôle qu'ils aient joué — indicateurs de sépultures, sépultures, emblême religieux ; un certain nombre d'entre eux semblent

1. *Bull. soc. arch. du Finistère*, t. XI, p. 86.
2. AVENEAU DE LA GRANCIÈRE, *Les parures préhistoriques et antiques en grains d'enfilage et les colliers Talismans Celto-Armoricains*. Paris, Leroux, 1897.
3. P. DU CHATELLIER, *op. cit.*, p. 6.
4. *Ibidem*, *Revue archéologique*, 1879.

confirmer cette dernière manière de voir — ils ont été l'objet d'un culte qui continua d'être pratiqué, plus ou moins ostensiblement, en Armorique, jusqu'au Xe siècle, malgré les décrets des empereurs et les anathèmes des conciles. De guerre lasse, l'Eglise fut même obligée d'en christianiser un certain nombre. Nous en avons de nombreux exemples en Armorique[1]. Encore aujourd'hui, quelques menhirs restés païens sont l'objet d'un culte tout à fait particulier et très spécial de la part des deux sexes qui vont y faire leurs dévotions dans un costume parfois des plus primitif.

Si au Xe siècle, époque récente et proche de nous, on s'adonnait couramment au culte des pierres levées, il est rationnel d'en rechercher l'origine en remontant dans l'antiquité, et puisque à l'âge de la pierre polie nous le retrouvons à son apogée, semble-t-il, il y a lieu de penser qu'à l'époque suivante, celle du bronze, on élevait au moins des pierres idoles.

Toutefois, nous le répétons, rien de certain ne peut être dit à ce sujet. Il en est de même pour les cercles ou *cromlechs*. L'exploration des monuments de l'époque du bronze nous a seulement fait observer des menhirs plus ou moins élevés et des cercles en pierres sous les tumulus[2]. Nous avons cité plusieurs de ces monuments.

§ 3. — *Les habitations et les enceintes fortifiées.* — Les peuplades armoricaines de l'époque du bronze vivaient sur le sommet des collines ou le flanc des vallées, toujours à proximité de camps ou enceintes fortifiées où elles devaient se refugier en cas d'alerte. Autant que nous pouvons en juger d'après les sépultures qu'elles ont laissées à proximité des retranchements et les traces d'habitations.

M. du Chatellier a observé, lors de ses explorations sur les terres de *Coatmocun*, en Brennilis (Finistère), des traces d'habitations qui sont fort intéressantes, d'autant plus que jusqu'alors, elles avaient été point ou fort mal observées. Les restes d'habitations dont il parle, marquées par de nombreux petits talus se trouvaient un peu sur la déclivité d'un coteau, au-dessus d'un cours d'eau limpide[3].

Dernièrement nous avons, nous-même, fait les mêmes remarques à deux kilomètres de Pontivy, dans une lande, dite *Lann-er-Vangorec* sur un plateau élevé, à proximité d'un ruisseau à l'eau limpide. Nous avons examiné plus d'une quarantaine d'habitations très anciennes qui pour la plupart avaient été fouillées, il y a une douzaine d'années,

1. A. de Mortillet, *Les monuments mégalithiques christianisés.* — Ext. Revue École d'Anthropologie, 1897.

2. *Revue archéologique*, 1890, Paris, Leroux. — *Fouille du tumulus du Cruguet, au Pouldu* (Morbihan).

3. P. du Chatellier, *op. cit.*, p. 31.

sans constatations scientifiques. Comme celles de Coatmocun, en Brennilis, elles sont légèrement creusées en terre.

L'emplacement de chaque habitation est entourée d'un talus en terre, et, pour le rendre plus consistant, on y a assez souvent, ajouté des pierres simplement posées les unes sur les autres. A *Lann-er-Vangorec*, l'élévation de ces talus est très variable; ils sont, du reste, presque tous assez mal conservés.

Les talus de Coatmocun ont 1m,25 à 1m,75 de haut, et les habitations, carrées ou rectangulaires, ont, en général, 2 mètres ou 2m,10 de côté. La plupart ont une orientation est-ouest dans le sens de la longueur, avec une ouverture au sud. Il est présumable, comme le fait également remarquer M. du Chatellier, qu'elles étaient recouvertes de branchages. Ni à Coatmocun, ni à Lann-er-Vangorec, il n'a été trouvé de traces de la couverture.

Nous avons constaté, au milieu de chacune des cabanes fouillées, l'aire du foyer, profondément rougie par le feu, et, autour, trois pierres disposées en trépied, calcinées et usées par un long usage. Toutes ces cabanes ont donné de nombreux fragments de poterie très grossière et très primitive, mélangée de grains quartzeux. M. du Chatellier n'hésite pas à voir, dans les quarante et quelques habitations qu'il a explorées à Coatmocun, des vestiges de villages de l'époque du bronze. Nous pensons que les talus de *Lann-er-Vangorec*, près Pontivy, appartiennent à la même époque.

Les populations armoricaines de l'époque du bronze construisaient-elles des villages sur pilotis ? Nous n'avons fait aucune constatation à ce sujet. M. du Chatellier en laisse entrevoir la vraisemblance en parlant du marais de Saint-Michel[1]. Les lacs, les étangs sont nombreux, principalement dans le centre de la Bretagne; il n'y aurait donc rien d'étonnant à ce qu'un jour on retrouve les restes de stations lacustres.

Les *enceintes fortifiées*, comme nous le disions plus haut, sont toujours à proximité des villages. Ainsi à Coatmocun, un camp placé à peu près à égale distance des deux groupes d'habitations, en cas d'attaque, donnait refuge à leurs habitants[2]. N'ayant pas exploré tous les environs de *Lann-er-Vangorec*, nous n'avons pas fait cette constatation. Mais ailleurs nous avons examiné de nombreuses enceintes et, plusieurs fois, nous avons remarqué dans l'intérieur des traces d'habitations analogues à celles dont nous venons de parler. Nous y avons ramassé des petits fragments de poterie très grossière, faite à la main, pleine de grains quartzeux.

1. P. du Chatellier, *op. cit.*, p. 4.
2. *Ibidem*, p. 82.

Ces enceintes, généralement rectangulaires, couvrent une superficie plus ou moins grande. On ne peut que supposer l'élévation primitive des talus généralement très affaissés. Elles sont, de plus, situées sur des plateaux élevées, à portée de l'eau. On y recueille uniquement des fragments de poterie très grossière, des pierres creusées à concasser le grain et enfin des cailloux roulés ayant subi l'action du feu. Ces derniers ont-ils servi à cuire des aliments ou à chauffer de l'eau, comme cela se pratique encore aujourd'hui ? Les cabanes n'ont, que nous sachions, fourni aucun renseignement à l'étude de l'alimentation. Les terres des gisements archéologiques, au même point que les vases, ne sauraient trop être étudiées.

Les enceintes de l'époque du bronze ont beaucoup d'analogie avec celles d'époques plus récentes, aussi sont-elles difficiles à distinguer. Le voisinage de restes d'habitations, assez caractéristiques, les pierres creusées à concasser le grain, et les poteries, seules, les datent.

II. — Les dépôts de bronze

L'étude des dépôts armoricains de l'époque de bronze fournit à l'observation trois sortes de cachettes confiées à la terre assez bien déterminées.

1° La cachette de fondeur, proprement dite, très reconnaissable aux objets disparates, plus ou moins usés, destinés à la refonte; aux fragments d'objets et enfin aux jets de fonte, culots et lingots de bronze qui l'accompagnent presque toujours Parfois on y rencontre des objets neufs. Puis aussi, mais plus rarement, des moules. On trouve alors toute la pacotille complète d'un fondeur ambulant.

2° La cachette de marchand-fondeur ambulant, ne fondant pas, entièrement composée d'objets neufs n'ayant jamais servi qui, la plupart du temps, ne sont même pas complètement terminés. Celui-là vend pour son compte ou le compte d'un fondeur. Cependant, on rencontre parfois des culots et des lingots au milieu des objets neufs.

3° La cachette d'un particulier. Elle se distingue tout particulièrement par l'absence de lingots, culots ou moules, les objets sont généralement moins nombreux, divers, et, enfin, plus ou moins neufs. C'est le trésor.

Enfin pour être complet nous ajouterons une 4° cachette plus rare et surtout plus difficile à distinguer, celle dite la *part des dieux*. Ces dernières cachettes se rencontrent plutôt dans les lacs, les tourbières, le lit des rivières ou sous de grosses pierres. Elles doivent leur origine

à des pratiques religieuses et elles représentent des offrandes en l'honneur des divinités[1].

Les cachettes de la première partie de la 1re époque du bronze — celle caractérisée par les sépultures — sont, croyons-nous, des plus rares en Armorique. Nous n'en connaissons pas. C'est seulement tout à fait à la fin de cette phase, qu'elles apparaissent. Quant à celles de l'époque suivante, elles sont très communes et même, dans certains cas, considérables.

§ 1. — *Le cuivre en Bretagne-Armorique. — Les plus anciens bronzes.* — Aucune hache en cuivre *pur*, moulée sur le modèle des haches en pierre polie, n'a été trouvée en Armorique, que nous sachions, comme on l'a fait dans le midi, en Espagne, en Autriche-Hongrie et dans l'Allemagne du Sud[2].

Nous mentionnerons seulement la découverte à Tourc'h (Finistère) d'un certain nombre de lingots, en forme de gâteaux plats, reconnus en cuivre pur, dont le poids dépassait 22 kilogrammes. Cette cachette a été l'objet d'une étude complète faite par M. le Vte de Villiers du Terrage[3].

Les découvertes d'objets en cuivre ont une importance capitale ; aussi doivent-elles être entourées d'observations minutieuses. Aucune constatation touchant une *époque du cuivre* n'a été faite en Bretagne.

Les armes en bronze les plus anciennes que nous y rencontrons sont les haches plates dites aussi à bords droits et les poignards, dits triangulaires, à la base large, à soie et à rivets. Les plus anciennes haches ont conservé la forme des haches en pierre sans être, toutefois, aussi bombées. Un certain nombre d'entre elles ont été analysées et on n'a pas trouvé *trace sensible d'étain* dans leur composition. Leur surface est rugueuse et inégale, ce qui a suggéré l'idée qu'elles n'ont pas été coulées dans des moules, mais simplement dans des trous creusés en terre.

§ 2. — *La hache de bronze et son développement.* — La hache étant l'instrument principal et dominant, celui qui, depuis les temps néoli-

1. Alexandre Bertrand, de l'Institut, *La Gaule avant les Gaulois*, 2e édit., 1891, p. 208 et 209.

2. Mathœus Much, *Die Kupfer Zeit in Europa*. Wien, 1886. — Musée de Worms. — M. Kœhl, *Kupfergerœthe aus der umgebung von Worms*. Machrichten über deutsche alterthuns funde, t. VII, fasc. 5. *Berlin*, 1896. — Musée de Périgueux, etc., etc. Toutefois, nous avons remarqué au Musée archéologique de Nantes, une hache plate, un peu bombée, dite sur l'étiquette en *cuivre*. Du reste, nous ne nous occupons pas spécialement de la Loire-Inférieure et de l'Ille-et-Vilaine dans cette étude.

3. Vte de Villiers du Terrage, *Note sur une cachette de fondeur de l'âge du cuivre découverte à Tour'ch* (Finistère). — (Ext. du Bull. *de la Soc. Arch. du Finistère*, 1896).

thiques, a toujours régné en maître; nous le prendrons comme point de repère dans les différentes phases par lesquelles a passé l'époque du bronze d'une façon générale sans rien préciser pour la région qui nous occupe.

L'évolution de la hache en bronze est parfaitement caractérisée en Armorique, comme à peu près partout ailleurs, par les quatre haches :

1° La hache *plate*, dite à *bords droits*, qui peu à peu prend des rebords presque imperceptibles, produits, sans doute, par le martelage des côtés, et arrive à la hache dont les rebords sont produits par le coulage. Puis le développement d'une saillie d'arrêt, entre les rebords, finit par donner :

2° La hache à *talons*, d'abord sans anneau, puis avec anneau latéral est le développement complet de la hache précédente. Bientôt les talons disparaissent, les rebords se rabattent, ce qui aboutit à :

3° La hache dite à *ailerons*, sans talons, avec des ailes plus ou moins rabattues en demi-cercle de manière à former une sorte de douille latérale. C'est de cette forme que procède :

4° La hache à *douille* dont l'un des types caractérise particulièrement l'industrie du bronze en Armorique.

Quatre époques procèdent-elles de ces quatre haches, si différentes de forme ? On serait tenté de le croire, étant donné les caractères qui distinguent si nettement les quatre types. La transition des quatre époques semble tout indiquée par les formes qui ont précédé les types distincts des quatre haches. Toutefois, on ne saurait se montrer trop réservé dans son opinion sur un point qui mérite d'être retenu et étudié attentivement. Les cachettes que nous connaissons en Bretagne, paraîtraient, dans une certaine mesure, contraire à cette manière de voir.

§ 3. *Les quatre haches et les cachettes.* — Voici maintenant, en prenant pour point de repère les quatre types de hache, les observations que nous suggèrent les différentes découvertes relatives à l'époque du bronze faites en Bretagne. Nous ne les soumettrons, bien entendu, que sous réserve des modifications qu'indiqueront les trouvailles ultérieures :

1° Les haches plates ou à bords droits, assez rares, se rencontrent isolément. Elles figurent dans le mobilier funéraire des chambres à parois maçonnées à pierre sèche n'ayant jamais été violées. Elles accompagnent alors des poignards, le plus souvent plats, à rivets et à la base large[1]. Les sépultures qui en ont donné ne sont pas très nom-

1. Le tumulus à enceinte semi-circulaire de *Saint-Fiacre*, en Melrand, a donné deux haches plates avec des poignards à lame plate, deux pointes de flèche en bronze,

breuses. Nous ne connaissons pas de cachettes, proprement dites, composées de haches plates et à bords droits en Bretagne. Toutefois nous devons mentionner la trouvaille du *Lessard*, en La Vicomté-sur-Rance (Côtes-du-Nord), où nous voyons associés : 1° Une hache à *bords droits élevés ;* une lame triangulaire, plus épaisse et renflée que les autres, à 4 rivets ; une pointe de lance à douille, de forme plus triangulaire que les autres. (Voir : G. et A. DE MORTILLET, *Musée Préhistorique*, fig. 663, 692 et 721.

2° Les haches à talons avec ou sans anneau, avec ou sans nervures ou renflements verticaux, ne se rencontrent jamais dans les sépultures reconnues non violées, pas plus que les types de haches suivantes. Elles se trouvent isolément et elles font partie des cachettes, associées aux haches à ailerons [1], aux épées, aux lances à douille, marteaux à douille, aux rasoirs de forme lunelée ou ovalaire avec soie ou manche [2].

3° Les haches à ailerons, avec ou sans anneau, se rencontrent isolément et sont associées dans les cachettes à quelques haches à douille, la plupart fragmentées, et à tous les instruments et armes à douille : lames d'épées, grattoirs, gouges, jets, culots, lingots, moules [3] ; fragment de fibules, bracelets et grains de collier en bronze [4] ; fragments de vase en bronze, annelets [5].

4° Les haches à douille se rencontrent seules fortuitement dans les terres et composent les cachettes armoricaines les plus nombreuses et les plus fréquentes. Aucun autre instrument ou arme ne les accompagnent généralement.

Toutefois, on connaît plusieurs cachettes de haches à douille dans

et autres armes, plaque rectangulaire en écaille. L'un des poignards a son manche en bronze.

Le tumulus de *Kergavarec*, en Plouyé, a donné trois haches plates, une dague plate à 6 rivets, de 0m,40 de long et 0m,80 de large ; quatre poignards en bronze à 6 rivets, une plaquette rectangulaire en jais, percée de trous dans l'épaisseur et 24 pointes de flèche barbelées en silex.

Le tumulus du *Cruguel*, au Pouldu (Morbihan) a donné une hache plate avec des poignards à rivets, etc.

1. *Cachette de Paro-ar-choet*, en Plouyé (Finistère). — P. DU CHATELLIER, *op. cit.*, p. 60.

2. *Trouvaille de Henon* (Côtes-du-Nord). — J. LEMOINE, *Ext. Matériaux*, t. IV, 1887, p. 267. — AVENEAU DE LA GRANCIÈRE, 1898, *Cachette de fondeur découverte à Fourdan, en Guern* (Morbihan).

3. *Cachette de fondeur de Questembert*, (Morbihan). — Musée de Vannes. — *Bull. de la Soc. Polymathique*, 1863, p. 10.

4. *Cachette de fondeur de Kerhar, en Guidel* (Morbihan). — Musée de Vannes. — *Bull. de la Soc. Polymathique*, 1876, p. 109. — *Cachette de fondeur de Méné-Tosta, en Gouesnac'h* (Finistère). — *Bull. de la Soc. arch. du Finistère*, t. X, p. 55.

5. *Cachette de fondeur de Kergal, en Guidel* (Morbihan). — Musée de Vannes. — *Bull. de la Soc. Polymathique*, 1876, p. 110.

lesquelles se trouvaient des fragments de haches à talons, des fragments d'épées, de lances à douille[1]. Des quatre types, c'est la hache à douille qui a donné les plus petits spécimens. Certaines haches à douille ont à peine 40 millimètres de longueur.

Ces haches, les plus répandues dans le sol armoricain, sont à douille rectangulaire, quadrangulaire (la plus commune) et ovalaire, avec anneau latéral. En outre des barres ou moulures assez fréquentes sous le col et le bourrelet, quelques-unes d'entre elles sont ornées. L'ornementation consiste dans les trois éléments suivants : 1° le *point* ou *globule;* 2° le *cercle* simple ou double[2]; 3° des *nervures saillantes* ou lignes verticales sur les faces. Ces ornements sont représentés seuls ou associés. Leur longueur varie entre 0m,04 à peine jusqu'à 0m,14 au plus; la longueur ordinaire est de 0m,111. Le poids des haches de longueur moyenne (0m,120 et 0m,130) varie entre 150 et 340 grammes. La profondeur de la douille est très variable; elle se prolonge, le plus souvent, assez près du tranchant, et parfois jusqu'à quelques millimètres à peine du tranchant.

Des trouvailles considérables de haches à douille ont été faites en Bretagne très fréquemment et tout particulièrement dans les Côtes-du-Nord, le Finistère et le Morbihan. Nous en avons décrit une tout dernièrement : la *cachette de Kerhon*, en Roudouallec (Morbihan)[3]. C'est donc par milliers qu'on compte les haches à douille découvertes en Bretagne. La plupart de ces haches, pour ne pas dire toutes, n'ont jamais servi, un grand nombre d'entre elles ont encore leur noyau d'argile cuite dans la douille.

Toutes ces grandes et si nombreuses découvertes, particulièrement de pièces non terminées, font penser que la région armoricaine fut autrefois un centre de fabrication d'objets typiques à l'Armorique. Cette hypothèse est-elle audacieuse? Nous ne le pensons pas. La forme ainsi que l'ornementation particulière des haches à douille armoricaines prouvent qu'elles sont une industrie locale, c'est-à-dire de l'Ouest et du Nord-Ouest de la France. C'est à peine si on trouve, en effet, des objets absolument analogues dans les régions voisines.

Ainsi dans le Sud-Ouest, le Midi, on n'en a rencontré que de rares

1. *Cachette de Keryéven.* P. DU CHATELLIER, *op. cit.*, p. 49.

2. Ces cercles concentriques avec mamelon et point au centre sont communs à l'âge du fer. C'est même l'un des ornements favoris de cet âge conservé jusqu'à nos jours dans le décor breton. Ils ont de l'analogie avec certains signes gravés sur les dolmens. Représenteraient-ils quelques figures symboliques, qu'on retrouve même à la période romaine sur certaines statues en terre cuite de Vénus Anadyomène ? (GAYOT-DÉLANDRE, Album, pl. III, fig. 6).

3. Ext. du *Bull. de la Soc. Polymathique du Morbihan*, 1896.

exemplaires n'ayant point la caractéristique de nos coins armoricains[1]. Quand l'usage du bronze fut connu, il se développa dans différents pays certains types d'armes et d'instruments qui peuvent être regardés, dans un certain sens, comme constituant des types propres à ces régions.

Nous ne parlerons pas de l'affectation des haches à douille; cela nous entraînerait trop loin ; nous en avons dit déjà quelques mots dans notre travail sur la *cachette de Kerhon*.

Du reste, M. Philippe Salmon, le sympathique et savant sous-directeur de l'École d'Anthropologie ayant bien voulu s'intéresser à notre étude sur la cachette de Kerhon est en mesure, mieux que personne, de faire connaître les résultats des recherches que nous avons faites ensemble et dont il a eu l'initiative.

§ 4. *Les Vases des cachettes. — Les Haches en plomb. — La Métallurgie en Armorique à l'époque du bronze.*— Les vases servant aux cachettes d'objets en bronze sont beaucoup plus grands, en général, que ceux rencontrés dans les sépultures. Ils sont fabriqués, sans le secours du tour, en argile, plus ou moins bien cuite, et toujours semés de petits grains quartzeux. Ils n'ont pas d'anses et affectent également la forme de deux cônes tronqués. Le bord est droit et parfois dentelé (*Kerhon*), C'est un peu le type de la poterie de l'âge du fer. Il n'est pas rare de rencontrer, à côté d'un vase rempli, un autre vase vide dont le contenu a été vraisemblablement vendu par le marchand[2].

Les vases en bronze sont beaucoup plus rares; le métal est mince; ils affectent généralement la forme d'une grande terrine[3].

Nous ne citerons que pour mémoire les nombreuses haches en plomb — modèle des haches à douille carrée — recueillies dans le sud-est du Morbihan et dans la Loire-Inférieure[4].

Nous avons parlé de la fabrication locale des haches à douille, de type armoricain; il nous suffira de dire pour justifier cette hypothèse qu'on rencontre en Bretagne le *plomb*, comme personne ne l'ignore,

1. Cazalis de Fondouce, *Cachettes de fondeur de Loupian, de la Boissière et de Boutarès-Péret* (Hérault). (Ext. des *Mém. de la Soc. Arch. de Montpellier*, 1896).

2. Nous citerons entre autres trouvailles offrant cette particularité, celle de *Pluiffan* (Finistère). — Coll. *P. du Chatellier*. — Celle de *Kerlaëron*, en Ergué-Armel, près Quimper. — *Musée de Quimper*.

3. En mars 1893, on a découvert au lieu dit *Guerléonard*, commune de Spézet (Finistère), deux vases en bronze contenus l'un dans l'autre et renfermant 89 haches ou coins à douille quadrangulaire; ces vases ont la forme d'une vaste terrine. Ils sont conservés au *Musée de Quimper*.

4. *Trouvailles de Darun*, en Saint-Dolay (Morbihan). Type de haches à douille. *Musée de Vannes;* de l'*île de Donges* (Loire-Inférieure); et de la presqu'île Guérandaise.

dans le gisement de *Poullaouen*, près de Carhaix (Finistère), et l'*étain* — même de l'*or* — dans plusieurs localités : dans les vallées au sud de Josselin, à Piriac, à Penestin (*pointe de l'étain*) à l'état d'oxyde, dans des gneiss, sur une plage, à l'embouchure de la Vilaine. et à Villeder, près de la Roche-Saint-André, à l'état d'oxyde dans des granits[1]. Dernièrement, on a constaté un gisement d'étain, anciennement exploité, entre Abbaretz et Nozay (Loire-Inférieure[2].)

Le *cuivre* existe en abondance, même à l'état natif, en Irlande, dans le pays de Cornwall[3]. Il est, croyons-nous, raisonnable de penser que les Armoricains de l'époque du bronze le recevaient principalement des Bretons insulaires, avec lesquels ils avaient des relations justifiées aujourd'hui. Il ressortirait de cette hypothèse que les Armoricains avaient des connaissances métallurgiques, relativement assez avancées.

Quant aux analyses, elles donnent souvent des résultats très différents. Toutes celles qui ont été faites le prouvent. Telle hache donnera du cuivre avec étain et plomb, telle autre, provenant de la même cachette, ne contiendra presque que du cuivre, tant le mélange des métaux ayant servi à la confection de ces haches est imparfait. Les recettes étant purement empiriques, les amalgames étaient très mal faits[4]. Cependant on ne saurait trop entreprendre l'analyse des bronzes tout en l'interprétant avec circonspection.

III. — De la conservation des objets en bronze dans les sépultures et dans les dépôts

Pourquoi les objets en bronze recueillis dans les dépôts sont-ils généralement en bon état de conservation, c'est-à-dire résistant, bien qu'ils aient été, les uns confiés à la terre même, sans aucune protection, les autres protégés par quelques pierres plates ou entassés dans des vases ; tandis qu'au contraire, la plupart des objets rencontrés dans les chambres sépulcrales, bien construites, reconnues non violées, sont non seulement en mauvais état de conservation, mais parfois en état de décomposition complète ?

Peut-être nous fera-t-on observer, avec raison, du reste, que ces derniers objets appartiennent à une époque plus ancienne, puisqu'on

1. Comte de Limur, *Bull. Soc. Polymathique*, 1893, p. 68. — Daubrée, *Aperçu sur l'exploitation des mines métallurgiques dans les Gaules*, 1881.
2. L. Davy, ingénieur, *Bull. de la Soc. des sciences naturelles de l'ouest de la France*, t. VII, 4e *trimestre*. Nantes, 1897.
3. John Evans, l'*Age du bronze*, p. 458. Paris, 1882.

ne les rencontre plus dans les cachettes avec les précédents. Quand il s'agit d'inhumations directes, faudrait-il attribuer cette particularité à la décomposition des corps? Et, quand on se trouve en présence de sépultures par incinération, beaucoup plus fréquentes à cette époque, comment interpréter le phénomène? Serait-ce les restes incinérés répandus, sans doute, encore brûlants au-dessus ou au-dessous des objets ou la décomposition du plancher en bois? Enfin des acides organiques : l'ammoniaque, l'acide carbonique, l'eau de pluie chargée d'acide carbonique[1]. L'hypothèse des acides organiques serait, croyons-nous, très plausible pour expliquer la décomposition des objets déposés dans les sépultures, s'ils produisaient les mêmes effets aux objets enfouis dans les cachettes. Mais l'observation prouve le contraire, ceux-là résistent beaucoup mieux.

Ce qu'il y a de certain, c'est qu'un certain nombre — nous ne voulons pas dire tous — des objets funéraires et tout particulièrement les lames de poignards, dites triangulaires, à la base large et avec filets sur les bords, quand ils ne sont pas réduits à l'état d'oxyde blanc[2], paraissent être composés d'une pâte brune bien peu résistante qui se brise au moindre choc. On serait presque tenté de voir là des *imitations*. L'antiquité fourmille d'exemples analogues[3]. Or, il se pourrait que les hommes de l'âge du bronze eussent fabriqué quelques imitations d'armes pour les cérémonies funèbres. C'est là, bien entendu, une simple supposition qui, sans doute, a déjà été faite, et qui, dans tous les cas, réclame l'attention des archéologues. L'analyse pourra seule donner quelques indications. On s'expliquerait alors les haches en plomb, bien qu'on ne les ait pas rencontrées, croyons-nous, dans des sépultures, les pointes de flèche en silex si remarquables par leur finesse, et, remontant à la période néolithique, peut-être trouverait-verait-on l'origine de cette coutume en comparant les objets en bronze peu résistants, tout en étant très soignés, et les haches en pierres tendres et précieuses, parfois minuscules, mais qui, de toute façon, grandes ou petites, ne sauraient être considérées comme des outils ou des armes véritables. Les uns comme les autres seraient alors des objets purement funéraires, des objets hiératiques.

1. O. Olshausen, *Kræhnke's chemische Untersuchungen, etc* (Les études chimiques de M. Krœhnke, sur les bronzes historiques du Schleswig-Holstein — *Zeitschrift für Ethnologie*, t. XXIX, n° 5 (*Verhandel*). Berlin, 1867.

2. P. du Chatellier, *Exploration des tumulus de Fao-Youen et de Cosmaner à Plonéour-Lanvern.* — (Ext. *Bull. Soc. arch. du Finistère*, t. XXV, p. 128, 1898).

3. Sans aller plus loin, on sait que dans les tombeaux grecs appartenant à l'époque plus florissante de l'antiquité, on a recueilli très fréquemment des bijoux de terre cuite dorés, déposés dans les sépultures pour tenir lieu d'ornements de métal coûteux.

IV. — Conclusions

Les tombeaux armoricains de l'époque du bronze ou de son introduction en Armorique présentent des modifications considérables; les *parois* des chambres sépulcrales sont construites à *pierres sèches*; l'incinération, rite funéraire relativement nouveau, devient presque général. Toutefois, ces deux coutumes procèdent de la fin de la période néolithique[1].

La céramique est tout à fait différente de celle de la période précédente. La forme en tulipe et en écuelle disparaît devant celle de deux cônes tronqués réunis sur la même base et anses. Nous ne connaissons pas d'exemple de l'association des deux formes. A part cela, il y a, semble-t-il, entre la fin de la période néolithique et l'époque du bronze une *solution de continuité très apparente*. La construction des parois dolméniques à maçonnerie sèche, l'encorbellement, certaines coutumes funéraires se rencontrent donc en Armorique avant l'arrivée de la civilisation du bronze et s'y développent merveilleusement ensuite.

L'époque *carnacéenne* représente exactement en Armorique la fin de la période néolithique. A la fin de cette époque, on trouve les premières traces de l'infiltration du bronze. La civilisation du bronze semble avoir pénétré peu à peu en Armorique, tout d'abord par les côtes. C'est là seulement, en effet, que l'on rencontre les plus anciens monuments ayant donné du bronze associé à des pointes de flèche en silex. Puis sont venus les hommes de l'âge du bronze qui ont pénétré dans le cœur de l'Armorique où ceux de la période néolithique ont laissé relativement peu de traces.

La région de Carnac a très peu donné de bronze ; la nouvelle civilisation ne s'est pas développée complétement là[2]. C'est la région par excellence des grandes mégalithes, des dolmens à parois de grandes pierres, exception faite des quelques monuments précurseurs du bronze

1. M. P. du Chatellier, le savant archéologue du Finistère, a bien prouvé depuis longtemps que l'*incinération* et l'*inhumation* étaient simultanées dans les sépultures bretonnes de la fin de l'âge de la pierre polie et de l'époque du bronze.

2. Les cachettes de fondeur sont à peu près inconnues, croyons-nous, dans les régions de Quiberon, Carnac, Plouharnel et Locmariaquer ; mais, au-delà, à l'intérieur, depuis Belz, Mendon et Plouhinec, elles deviennent plus communes. Dans le centre du Morbihan, dans le Finistère et enfin dans le Nord-Est de la Bretagne, elles abondent et sont considérables. Les plus fréquentes sont les cachettes de haches à douille de l'époque dite Larnaudienne.

dont nous avons parlé. Or, les dolmens à supports-menhirs n'ont donné que de l'or, comme métal.

La population de l'époque du bronze paraît avoir un caractère guerrier qui manque à celle de la période néolithique et convient à un peuple envahisseur ou devenu guerrier.

Quant à l'industrie du bronze, nous en avons dit assez pour démontrer que l'Armorique est un des centres dans lesquels la connaissance du bronze s'introduisit à une époque relativement ancienne, et où elle prit un développement spécial, embrassant, semble-t-il, une période assez longue, modifiée, de temps en temps, par les influences étrangères.

Dans différentes régions, les trouvailles de *dépôts* de bronze ont été faites généralement à proximité des marais ou sur le bord des rivières[1]. En Armorique, les dépôts de bronze se rencontrent indifféremment dans les vallées ou sur les montagnes, mais principalement dans le *centre de la Bretagne*[2]. Le département des Côtes-du-Nord a donné des cachettes considérables et très peu de sépultures. Ces dernières, très importantes, sont groupées au nord-ouest du département.

Les observations que nous avons faites plus haut, nous ont prouvé que la grande majorité des cachettes de fondeur principalement appartiennent incontestablement à une époque où l'on se servait déjà d'instruments et d'armes à douille, et, par conséquent, d'après les classifications proposées et admises par beaucoup d'archéologues, à la fin plutôt qu'au commencement de l'âge du bronze armoricain.

En somme, voici quelles sont les conclusions générales à tirer des observations que nous avons présentées sur les objets armoricains en bronze. Les *haches plates*, dites aussi *à bords droits* ou plus ou moins relevés au marteau sont, avec les *poignards à lame mince et large à la base*, les deux plus anciennes formes d'armes en bronze découvertes en Bretagne. Immédiatement après viennent les *pointes de lances à soie* et *à rivets* associées à des lames de poignard un peu plus épaisses. Enfin, les haches à talons, restées, sans doute, en usage à peu près jusqu'à la fin de l'époque du bronze, bien qu'elles aient été supplantées par la hache à douille, dérivée de la hache à ailerons.

En général, tous les autres instruments, ciseaux, gouges, couteaux,

1. La théorie qui fait pénétrer le bronze par les rivières est en contradiction avec ce que nous constatons en Bretagne jusqu'à ce jour.

2. Sans que nous y attachions la moindre importance, nous devons dire que, dans le Morbihan, un grand nombre de cachettes ont été découvertes à proximité de la voie romaine de Vannes à Carhaix, très apparente sur presque tout son parcours. Il y aurait seulement lieu de supposer qu'elle a remplacé l'antique sentier préhistorique ou a été faite dans son voisinage.

marteaux, rasoirs et armes à douille, pointes de lance, etc., sont contemporains des haches à douille et même de la forme de haches à talons, comme nous l'avons vu.

L'âge du bronze a dû probablement comprendre un grand nombre d'années. Il ne s'agit que de considérer la transformation successive de la hache plate et à bords droits en hache à douille pour en saisir la durée. De plus, pièces en mains, on ne peut mettre en doute cette transformation. Les innombrables cachettes de fondeur, composées d'armes et d'instruments les plus divers, prouvent la longueur de la période de fonderie. Mais, quoi qu'il en soit, il ne faut pas oublier que dans tous les dépôts armoricains, on trouve des instruments à douille.

D'après toutes ces considérations, l'âge du bronze en Armorique semblerait donc comprendre trois phases plus ou moins apparentes. La *première* est caractérisée par les haches à bords droits, par les poignards minces à la base large que l'on trouve souvent dans les sépultures sous-tumulus avec des pointes de flèches en silex.

La *seconde* est caractérisée par les lames de poignards plus longues, plus lourdes, les haches à bords droits très légèrement relevées par le martelage, les pointes de lance et les poignards à soie et à rivets.

Ces deux phases procèdent presque uniquement du mobilier funéraire et se relient étroitement. Les monuments par eux-mêmes, de constructions si diverses, ne donnent que bien peu d'indications.

Enfin, la *troisième* phase est caractérisée d'abord par les haches à talons, les haches à ailerons, les haches à douille, les lances à douille, les épées longues, et par les formes nombreuses d'outils et d'armes dont on trouve à chaque instant des fragments ou des spécimens dans les cachettes. La hache à douille qui apparaît presque au début de cette troisième phase, confine également à l'âge du Fer si même elle n'en dépend pas. Il n'est pas douteux que cette dernière phase a dû être assez longue.

Toutefois, malgré tout le désir que nous aurions d'arrêter là nos simples remarques, il nous faut considérer le point le plus important, c'est-à-dire l'absence, on peut le dire, de toute trace de la dernière phase de l'époque du bronze dans les sépultures qui ont été soigneusement explorées en Armorique. A quoi faut-il attribuer cette absence? Deux hypothèses se présentent à l'esprit.

La première serait un changement survenu dans les rites funéraires. On n'aurait plus élevé de tumulus, ni déposé auprès des restes du défunt ses armes et autres objets.[1] Du reste, exception faite des grandes

1. Les nombreux vases, en argile grossière, faits à la main, sans le secours du tour, qu'on rencontre si souvent à quelques centimètres sous la surface du sol, dateraient donc de cette époque?

sépultures, élevées, sans doute, à de hauts personnages, le mobilier des caveaux sépulcraux de l'époque du bronze est assez modeste ; il ne consiste, le plus généralement, que dans un vase et tout au plus un poignard. Il y a donc déjà une tendance sensible à simplifier le mobilier funéraire, quand on songe aux mobiliers considérables des sépultures de l'époque précédente, des dolmens carnacéens. Il y aurait donc apparence que le mobilier funéraire se serait de plus en plus simplifié avec le rite de la crémation.

La seconde hypothèse serait celle d'un mobilier spécial aux cérémonies funèbres et qui comprendrait la continuation à travers les siècles des formes antiques et tout particulièrement de la hache plate, dérivée incontestablement de la hache en pierre, et le poignard à lame plate ou triangulaire, survivance de l'antique couteau en silex. Et tout en admettant, nous le supposons, cette dernière hypothèse, il resterait à expliquer la présence, à côté de ces deux formes primitives, d'autres armes caractérisant la première époque du bronze et *jamais* d'armes ni d'outils recueillis dans les dépôts de bronze.

Nous avons, en terminant, à nous excuser de la longueur de ce mémoire, et, bien que l'un des plus grands problèmes de l'âge du bronze armoricain reste à élucider, nous répéterons ici ce qu'un de nos collègues a dit : « Etablissons d'abord des classifications régionales, sans trop nous préoccuper des voisins, les comparaisons et les concordances se feront ensuite d'elles-mêmes, s'il y a lieu[1] ».

M. le Dr J. REBOUL

Chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Nimes, Membre correspondant de la Société de chirurgie de Paris

MYXOME KYSTIQUE COLLOIDE DE L'EXTENSEUR COMMUN DES ORTEILS

— Séance du 5 août —

Les tumeurs kystiques des muscles sont rares en dehors des kystes hydatiques. Ce sont des kystes séreux et le plus souvent des myxomes muqueux. Le cas que j'ai l'honneur de vous communiquer constitue

1. G. Chauvet, *Congrès internat. d'Archéol. préhist. de Moscou*. 1892, t. I, p. 63.

une exception au point de vue anatomique, puisqu'il s'agit d'un myxome kystique colloide.

Observation. — Le 7 janvier 1898, mon excellent confrère et ami le Docteur X... vient me demander mon avis pour une tuméfaction douloureuse de sa jambe gauche.

M. X..., âgé de 43 ans, est fort et robuste, bon marcheur, grand amateur de sport vélocipédique.

Depuis 2 ou 3 ans, notre confrère avait remarqué une tuméfaction du tiers supérieur de sa jambe gauche; mais comme elle ne s'accompagnait d'aucun trouble fonctionnel ou sensitif, il ne s'en préoccupait pas.

Vers la fin de décembre 1897, il éprouve un certaine gêne dans les mouvements de la jambe gauche. La nuit, il est réveillé par des douleurs névralgiques de la jambe et du pied gauches, dans la sphère du nerf sciatique poplité externe.

Les 2 et 3 janvier 1898, ces douleurs névralgiques augmentent d'intensité pendant la nuit et causent de l'insomnie. Notre confrère constate alors que la tuméfaction de la partie supérieure de la jambe gauche, dans la région antéro-externe, a notablement augmenté de volume.

Dès lors, les douleurs névralgiques augmentent encore ; elles sont à peu près continuelles et très vives pendant la nuit, empêchant tout sommeil, malgré les moyens ordinaires employés. La tuméfaction s'accroît surtout en haut près de la tête du péroné. La marche devient gênée, douloureuse.

Le 7 janvier 1898, je constate que la jambe gauche comparée avec celle du côté opposé est très augmentée de volume dans son tiers supérieur. On sent dans la région antéro-externe, depuis la tête du péroné jusqu'à la partie moyenne de la jambe, une tumeur limitée, régulièrement ovalaire, tendue, élastique.

Cette tumeur est sous-aponévrotique et paraît siéger dans le corps du muscle extenseur commun des orteils. La tumeur n'est pas sensible à la palpation. A sa partie supérieure, au point où le nerf sciatique poplité externe contourne le col du péroné pour venir innerver les muscles de la région antéro-externe de la jambe, la pression est douloureuse ; cette pression détermine une douleur localisée au point comprimé et une douleur irradiée dans la jambe et le pied, dans la sphère du nerf sciatique poplité externe.

Le péroné et le tibia ne présentent ni tuméfaction apparente, ni points douloureux à la pression.

L'articulation du genou est normale.

Pas de gêne de la circulation artérielle ou veineuse.

Pas de troubles sensitifs ou trophiques en dehors des névralgies, sauf une petite zone d'hyperesthésie sur la partie externe de la face dorsale du pied gauche.

Je pense soit à un kyste muqueux soit à un kyste hydatique, siégeant dans les muscles de la région antéro-externe de la jambe et probablement dans le corps du muscle extenseur commun des orteils. Le kyste s'étant accru ces derniers jours, les névralgies dont souffre notre malade me paraissent dues à la compression ou à l'irritation du nerf sciatique poplité externe par la tumeur.

Je propose à notre confrère une intervention. Mon avis est partagé par nos amis les docteurs Dussaud, Brousson et Barral.

La radioscopie et la radiographie du membre faites au laboratoire de M. Garcin, donnent des résultats négatifs.

Opération le 10 janvier 1898, à la maison de santé des religieuses Franciscaines. Anesthésie au chloroforme par le docteur Lafon. Les docteurs Dussaud, Brousson, Barral, M. le médecin principal Jourdan et mon interne M. Coste, m'aident ou m'assistent.

Incision verticale de 25 centimètres sur la région antéro-externe de la jambe, s'étendant de la tête du péroné au tiers inférieur de la jambe.

L'aponévrose jambière incisée, je sens la tumeur kystique recouverte par quelques fibres musculaires étalées au devant d'elle. Ces fibres musculaires séparées et réclinées avec la sonde cannelée, je puis rapidement et facilement libérer la tumeur kystique et la séparer de son enveloppe musculaire qui lui adhère très faiblement. Mais je ne puis isoler le kyste en haut et en bas. Poursuivant alors la dissection, je constate que les parois du kyste se continuent d'une part, en bas, avec le tendon aplati du muscle, et d'autre part, en haut, se prolongent sous forme d'un tendon qui va s'insérer sur la partie antérieure de la tête du péroné. Le pédicule inférieur est sectionné, le supérieur est détaché de sa surface d'insertion sur le péroné et la tumeur kystique est énucléée.

Au fond de la loge qu'occupait le kyste, on voit les fibres musculaires profondes de l'extenseur commun des orteils, étalées, et l'on sent les vaisseaux et nerfs tibiaux antérieurs appliqués contre le ligament interosseux et la cloison aponévrotique qui sépare l'extenseur commun du jambier antérieur. Pas d'hémorragie. Je sens et je vois le nerf sciatique poplité externe et sa bifurcation en nerfs tibial antérieur et musculo-cutané, à la partie supérieure et externe de la plaie opératoire, masqué par des fibres musculaires.

Suture de l'aponévrose jambière par une suture en surjet, à points interrompus. Sutures profondes et superficielles de la peau au crin de Florence. Pansement ouato-collodionné. Compression ouatée, immobilisation. Suites normales.

Pansement 10 jours après, réunion primitive, ablation des sutures profondes.

Deuxième pansement le 20e jour, ablation de tous les points de suture.

Marche un mois après l'opération.

Les douleurs névralgiques du nerf sciatique poplité externe ont diminué rapidement après l'opération, mais ont cependant persisté dans la sphère du musculo-cutané, à la partie externe de la face dorsale du pied, sous forme d'une plaque d'hyperesthésie, pendant environ deux mois.

Depuis lors, notre confrère a repris ses occupations comme auparavant ; il marche sans gêne et n'éprouve plus de douleurs névralgiques dans la zone de distribution du nerf sciatique poplité externe.

Examen anatomique. — La tumeur kystique avait la forme d'un fuseau à ventre très renflé. Elle était formée d'une coque fibreuse, lisse, assez résistante, et renfermant 2 kystes superposés en hauteur; l'un, le plus gros, situé en avant, en haut et en dehors, l'autre plus petit, en bas, en dedans et en arrière. La cavité des kystes était remplie d'une gelée colloïde citrine, transparente.

L'examen histologique pratiqué par mon maître M. le docteur Gombault, chef du Laboratoire d'Anatomie pathologique à la Faculté de Médecine de Paris, a montré qu'il s'agissait : « d'un myxome kystique. La structure des « parties non kystiques ne laisse à cet égard aucun doute. Ces kystes sont « des kystes en dégénérescence non pas muqueuse, mais colloïde ; on y « trouve des cellules en dégénérescence et la paroi ne possède pas de revê- « tement épithélial. Il ne s'agit sûrement pas de mucine, car le liquide ne « donne pas les réactions caractéristiques de cette substance. »

Les myxomes des muscles sont assez rares, limités, bien encapsulés. Plusieurs cas semblables au nôtre ont été décrits.

Lejars (*Traité de Chirurgie*, I, p. 801, 1890) figure un myxome de la gaîne du moyen adducteur, déposé au musée Dupuytren (25 A.)

Buscarlet a présenté à la *Société Anatomique de Paris* (p. 79, 1889) un cas de kyste muqueux intra-musculaire du jambier antérieur.

Il s'agissait d'un homme de 59 ans, qui présentait à la partie supérieure de la jambe gauche une tumeur qui avait débuté 5 ans auparavant et qui avait alors le volume d'une noix.

En décembre 1888, la tumeur était allongée verticalement et s'étendait du tubercule du jambier antérieur, jusqu'à 15 centimètres au-dessous et latéralement de la crête tibiale au péroné. M. Reclus l'opéra le 18 décembre 1888. C'était un kyste situé dans le corps du jambier antérieur, entouré de quelques fibres musculaires et renfermant une substance gélatineuse. Il fut nécessaire d'enlever la partie supérieure du muscle. Ce kyste était allongé, situé en plein muscle, anfractueux, envoyant des cavités secondaires en doigt de gant, dans divers sens, cloisonné incomplètement en plusieurs points. La paroi fibreuse était adhérente intimement aux fibres musculaires, sur toute sa périphérie, lisse en dedans. Le contenu était un liquide visqueux, gélatineux, jaunâtre, renfermant de la mucine. L'examen histologique pratiqué par MM. Brault et Letulle montra une paroi fibreuse, de la sclérose interstitielle du muscle, et que le liquide contenait de la mucine : c'était donc un kyste muqueux.

Baraduc a présenté à la même Société (*Soc. Anatomique de Paris*, p. 419, 1894) un kyste de la partie supérieure du muscle soléaire.

Il s'agissait d'un homme qui présentait à la partie supérieure du mollet gauche, de la douleur, de la chaleur, et une tuméfaction profonde paraissant siéger dans le soléaire. La tumeur présentait en outre, des battements et un souffle systolique. Le malade mourut subitement par insuffisance aortique. A l'autopsie, Baraduc trouva un petit anévrysme siégeant sur le tronc tibio-péronier, et immédiatement au-dessus de cet anévrysme, un kyste intra-musculaire développé dans le soléaire à la face profonde du muscle. Ce kyste de la grosseur d'une mandarine était très tendu, et renfermait un liquide transparent, visqueux. La paroi d'apparence fibreuse était parcourue par des travées nombreuses qui donnaient à cette paroi un aspect aréolaire.

Morestin (*Soc. Anatomique de Paris*, p. 107, 1895) a décrit un kyste intra-musculaire qu'il avait trouvé à l'École pratique sur le cadavre d'un homme d'une quarantaine d'années.

C'était une tumeur kystique siégeant dans le demi-membraneux du côté droit, à la partie inférieure du muscle. « Le kyste est formé de 2 grosses bosselures, qui font saillie sur la face superficielle du muscle, à la partie supérieure de la région occupée par la tumeur. Le kyste est intra-musculaire, les fibres musculaires l'enveloppent; le kyste adhère à la portion intra-musculaire du tendon terminal; autour de lui, le tissu cellulaire est lâche et lamelleux. La paroi est mince, souple, blanchâtre. C'est une tumeur molle, partout fluctuante, renfermant un liquide filant, sirupeux, de coloration rosée, constituée par une poche simple.

Ces myxomes kystiques sont le plus souvent des tumeurs bénignes, limitées, enkystées, dont l'ablation est généralement suivie d'une guérison définitive.

Cependant König (cité par *Lejars*) a enlevé un myxome des adducteurs de la cuisse chez une femme de 40 ans, qui a récidivé 4 fois.

Malherbe (*Encycl. int. de Chir.*, t. 1, p. 789, 1885, Note I) a vu le myxome des aponévroses, du tissu conjonctif intermusculaire et peut-être même intra-musculaire récidiver, sous forme de sarcome à marche des plus malignes.

Il s'agissait probablement dans ces cas de myxomes diffus, qui ont été étudiés par Raffin (*Th. de Lyon*, 1885) et semblable au cas de Poncet et Raffin.

Dans notre cas, le myxome kystique formait une tumeur nettement encapsulée, n'adhérant pas aux fibres musculaires. Les extrémités supérieure et inférieure de la poche fibreuse se continuaient seulement en bas avec la portion intra-musculaire du tendon terminal et s'insérait sous forme d'un tendon, à la partie antérieure de la tête du péroné. Je réséquai très bas le tendon inférieur, en plein tissu normal, et en haut, je ruginai le point d'insertion du tendon sur le péroné.

Les douleurs qu'éprouvait notre malade n'ont apparu qu'au moment de l'augmentation de volume de la tumeur, et étaient probablement dues à la compression du nerf sciatique poplité externe par le kyste, à la partie supérieure. D'ailleurs ces névralgies ont complètement disparu depuis, et notre malade a recouvré l'intégrité de fonctions de sa jambe gauche.

D'après l'examen de notre maître, le docteur Gombault, il s'agit d'un myxome kystique colloïde, ne contenant pas de mucine. C'est donc, au point de vue anatomique, une exception, puisque les myxomes kystiques sont généralement muqueux.

Enfin, l'évolution lente de ce myxome kystique, son encapsulement.

sa limitation nous paraissent devoir le faire considérer comme une tumeur bénigne, malgré sa dégénérescence colloïde et dont on peut espérer que l'ablation aura amené une guérison complète et définitive.

M. le Dr J. REBOUL

Chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Nimes, Membre correspondant de la Société de chirurgie de Paris

PLAIE DE POITRINE PAR COUP DE COUTEAU AVEC LÉSIONS ÉTENDUES ET COMPLEXES ; MORT PAR PYOPNEUMOTHORAX

[617.141 — 611.24]

— Séance du 5 août —

Le pneumothorax traumatique est généralement produit par des plaies par armes à feu, par instruments piquants et tranchants n'ayant produit généralement que des lésions limitées des parties molles et de la cage thoracique. Aussi, m'a-t-il paru intéressant de vous communiquer le cas suivant qu'il m'a été donné d'observer et sur lequel le docteur Debru, de Gallargues, qui a donné ses soins au malade lors de l'accident et les jours qui ont suivi, a bien voulu me donner des renseignements, ce dont je le remercie.

Observation (rédigée d'après les notes de mon interne, M. Lafon).

Le 31 mai, vers 9 heures du soir, dans une lutte avec un rival qui venait de le déranger dans un moment psychologique, le nommé Ch....., âgé de 32 ans, habitant Gallargues, reçoit un coup de couteau dans le côté gauche de la poitrine. A 10 heures, le docteur Debru, de Gallargues, est appelé en hâte auprès du blessé qu'il trouve « nu, ensanglanté, couché sur un grabat « sordide. Une hémorragie très abondante s'est produite, le malade a une « dyspnée extrême, et il est presque inanimé.

« A 3 centimètres en arrière et en dehors du sein gauche, on voit le com- « mencement d'une plaie qui d'abord, dans l'aisselle, n'intéresse que la « peau et les muscles superficiels, mais qui au niveau du sein devient péné- « trante, dans le 3e espace intercostal et jusqu'au sternum. Le malade avait « perdu beaucoup de sang, il était dans un état de prostration très marquée, « et avait de la peine à répondre à nos questions, une sueur froide mouil- « lait son front, le pouls était faible. A travers la plaie, mesurant 20 centi- « mètres environ, on voyait le péricarde et les contractions du cœur qui « battait mollement. Croyant le malade mourant, je me bornai à un pan- « sement sommaire occlusif.

« Le lendemain matin, j'appris que le malade s'était levé, qu'il avait fumé « des cigarettes. La plaie intercostale s'était agrandie depuis la veille et « s'étendait largement béante du creux axillaire au sternum. »

Le docteur Perrier, de Nîmes, qui accompagnait le Parquet, et le docteur Debru, suturent les lèvres de la plaie intercostale, établissent un drain dans la plèvre et font un pansement occlusif compressif.

Le soir, le docteur Debru constate une pleuro-pneumonie. Les jours suivants, une quantité énorme de pus, puis de muco-pus, s'écoula par le drain, la température était très élevée et le malade maigrissait rapidement. Le 11 juin, une légère amélioration s'étant produite, le malade est transporté à Nîmes, à l'Hôtel-Dieu, où l'interne de service, M. Lafon, fait, après lavage de la plèvre, un pansement ouaté compressif et occlusif.

Je vois le malade le 12 juin, il est en proie à une dyspnée extrême ; les sutures faites par mes confrères, les docteurs Debru et Perrier ont coupé la peau et lâché, le 5e espace intercostal est largement béant; il s'en écoule du pus en abondance. La cavité pleurale et les bords de l'espace intercostal sont tapissés d'une néo-membrane grisâtre. On voit le poumon rétracté, appliqué contre la colonne vertébrale, et masqué par la membrane pyogénique; en avant le péricarde et le cœur. La plaie s'étend du bord postérieur de la région axillaire gauche au sternum ; d'abord superficielle, elle devient pénétrante un peu en dehors de la ligne mamelonnaire. La largeur de la plaie est de 31 centimètres. Le malade reste couché sur le côté droit, et c'est seulement dans cette position qu'il peut assez facilement respirer.

La déglutition des aliments, même liquides, est difficile et augmente la dyspnée. Le pouls est petit, faible; le malade est cyanosé, la langue est sèche. La température est à 39°.

Après un lavage abondant de la cavité pleurale à l'eau bouillie, je cherche à réduire l'ouverture de la cavité pleurale, et je suture les bords de la plaie par une série de points de suture profonds et superficiels à la soie et au crin de Florence et installe dans la plèvre 2 gros drains, l'un en avant, l'autre en arrière et en dehors. Pansement ouaté occlusif et compressif. Régime lacté.

Le lendemain, 12, le pansement est souillé. La dyspnée augmente à l'ablation du pansement. Le lavage de la cavité pleurale à l'eau bouillie chaude par les drains fait écouler une certaine quantité de pus et de débris fibrineux. Température : le matin, 37 ; le soir, 39. Le 13, température : le matin, 37,8 ; le soir, 39,2

Le malade a des frissons répétés, une sueur profuse.

Le 14, température : matin 37,2, soir 39,9. Le pouls qui avait un peu remonté les 12 et 13, fléchit de nouveau, il y a une tendance à l'adynamie et à la prostration. La nuit est très agitée, le malade a du délire et des accès de suffocation.

Le 15, température matin 38.5. Soir 39.5. Malgré les lavages de la plèvre qui ont été répétés tous les jours, la suppuration continue, putride : le pouls faiblit de plus en plus.

Le 16, température matin 38.4, soir 39 8. L'alimentation (lait et bouillon) qui avait été relativement facile, détermine des accès de suffocation. Le malade est cyanosé, couvert de sueurs profuses, en proie à des accès d'angoisse cardiaque et de suffocation. A 7 heures du soir, la température s'abaisse

rapidement. Dans la nuit, le malade se refroidit, se cyanose, le pouls est misérable et la mort survient le 17 à 6 heures du matin.

Autopsie pratiquée en vertu d'une ordonnance du Juge d'instruction, le 18 juin.

La région thoracique antéro-latérale présente une large plaie pénétrante dans le 5e espace intercostal. Cette plaie commançant à la partie postérieure de la région axillaire, descend en avant et en bas, en suivant le 5e espace intercostal ; arrivée à la partie antérieure de cet espace, au niveau de l'insertion des cartilages costaux sur le sternum, elle se dirige verticalement en bas, jusqu'au niveau de l'appendice scaphoïde. D'abord superficielle, dans la région axillaire, et n'intéressant alors que la peau, le tissu cellulaire sous-cutané et les muscles superficiels (grand dentelé et grand pectoral) ; dans la région mammaire, sur la ligne mamelonnaire, cette plaie devient pénétrante : les muscles intercostaux sont entièrement sectionnés ; la plèvre pariétale est ouverte. Les bords de l'espace intercostal sont rétractés et laissent entre eux une large brèche par laquelle on voit la cavité pleurale béante ; le péricarde et le cœur en avant et en dedans, le poumon en arrière et en dedans, sont refoulés en arrière du sternum dans la gouttière costo-vertébrale.

Dans la région costo-sternale, l'instrument tranchant a sectionné nettement les cartilages costaux près de leur articulation, divisant aussi le rebord cartilagineux antero-inférieur du thorax jusqu'à l'insertion du diaphragme.

Un volet costo-thoracique étant formé et rabattu en arrière et en dehors, la cavité pleurale gauche est mise à découvert. — La plèvre (pariétale et viscérale) est recouverte d'une membrane grisâtre, épaisse, pyogénique, masquant d'une part, les espaces intercostaux et d'autre part, la surface du poumon, la division de ses lobes, et le péricarde. Le sinus costo-diaphragmatique et la gouttière vertébrale contiennent une abondante quantité de pus grisâtre, infect.

Le poumon gauche est rétracté, congestionné; il crépite peu à la pression. Il présente à la face antéro-externe du lobe inférieur, 2 plaies pénétrantes de 2 à 3 centimètres de profondeur. Le poumon droit est un peu congestionné quelques adhérences pleurales légères à droite.

Le péricarde contient environ 100 grammes de liquide séro-sanguinolent. Cœur normal, renferme des caillots cruoriques et fibrineux.

Foie de volume normal et un peu congestionné.

Reins très congestionnés, gros.

Les autres organes paraissent sains.

La conduite à tenir en présence d'une plaie pénétrante de poitrine, qu'elle soit produite par un instrument tranchant ou piquant ou par arme à feu, est établie ; on doit chercher à éviter l'infection pleurale. et d'autre part, prévenir le pneumothorax, ou le traiter, s'il s'est déjà produit. — Quand ces plaies sont de petites ou de moyennes dimensions, le traitement est en somme assez facile. Mais lorsqu'on se trouve en présence d'une plaie de poitrine aussi étendue que celle que je viens de décrire, où la plus grande partie d'un espace intercostal est largement ouverte, où il y a pneumothorax primitif, et plaie du

poumon, on éprouve de réelles difficultés, surtout lorsqu'on se trouve dans des conditions hygiéniques aussi mauvaises que celles dans lesquelles mes confrères se sont trouvées. Le docteur Debru, puis les docteurs Debru et Perrier et nous-même, avons essayé, soit par la compression ouatée, soit par la suture, d'amener une occlusion de cette vaste plaie de poitrine, et d'éviter ou de combattre l'infection de la plaie ; mais nous n'avons pu y parvenir et le malade a succombé au pyopneumothorax, consécutif à sa plaie de poitrine, 16 jours après l'accident.

En présence d'une large plaie de poitrine, avec blessure du poumon et pneumothorax, nous pensons que l'on doit suivre les règles posées par Huguet et Péraire (*Revue de Chirurgie*, p. 26, 1895) c'est-à-dire immobiliser absolument le blessé dès l'accident et faire l'occlusion de la plaie, soit par un pansement ouaté compressif, soit par des sutures ; s'occuper de l'hémorragie, s'il y a lieu, sans remuer ou secouer le malade, et agir ensuite suivant les indications fournies par les divers accidents qui peuvent se produire.

M. le Dr VERCHÈRE
Chirurgien de Saint-Lazare

MASTOPEXIE LATÉRALE CONTRE LA MASTOPTOSE HYPERTROPHIQUE [616.54—611.69]

— *Séance du 5 août* —

Il y a quelques mois, à la société de chirurgie, le Dr Pousson (de Bordeaux) présentait un cas d'hypertrophie mammaire pour lequel il dut recourir à une intervention chirurgicale étendue et qui lui donna le meilleur résultat. Il s'agissait dans le cas particulier d'enlever une partie de la mamelle et de fixer celle-ci en bonne position. Pour cela faire il enleva sur la face supérieure du sein une tranche transversale dont il sutura les bords, de façon à ce que le sein fût en quelque sorte suspendu par la ligne de suture cicatrisée. Le résultat fut parfait au point de vue de la forme même, mais ne doit-on pas

craindre que cette énorme et longue cicatrice placée juste sur la partie supérieure sur la partie visible des seins chez la femme qui doit se décolleter, ne soit une cause d'ennui et un gros inconvénient pour la malade qui la porte.

Je fus amené, il y a quelque temps, à intervenir pour un fait analogue, beaucoup moins accentué, il est vrai, mais qui me détermina à chercher s'il n'y aurait pas moyen d'éviter cet inconvénient, et s'il n'était pas possible de restituer aux seins un de leurs soutiens naturels qui les maintint en position normale.

Voici dans quelles circonstances. — Une jeune femme de 29 ans que j'avais soignée antérieurement pour une autre affection vint me trouver pour se plaindre de l'augmentation exagérée que présentaient les deux seins et par suite, de la situation déclive qu'ils occupaient irrémédiablement.

J'examinai la malade et je trouvai des seins très volumineux, cela est vrai, arrondis dans leur partie inférieure, et suspendus par un large pédicule transversal, qui leur permettait de descendre dans la station verticale jusque vers la région hypogastrique. Cette malade, grasse et bien portante, se plaignait de lourdeur, de tension provoquée par le poids même des seins et de l'impossibilité où elle était de les soutenir efficacement par un des nombreux modèles de corset qu'elle avait essayés.

Je conseillai cependant d'avoir encore recours à ce moyen classique, ne pouvant me résoudre à une intervention chirurgicale analogue à celle de Pousson et risquer de défigurer par une cicatrice la face supérieure des seins. Je dois ajouter que la malade n'y aurait pas consenti. En effet, et ici ce détail a de l'importance, cette jeune femme est une actrice, une de nos bonnes chanteuses et professionnellement contrainte de se décolleter, et de se décolleter agréablement pour les yeux des spectateurs ; une cicatrice sur le devant de la poitrine eût été impossible à faire admettre. Je refusai donc toute intervention. Mais elle y mit de l'insistance, elle me décrivit si sincèrement tous les inconvénients qui pour elle résultaient de cette conformation de ses seins, qu'elle alla jusqu'à me demander de faire une double amputation. Le corset, disait-elle, ne pouvait remédier ; les seins ressortaient au-dessus de lui, ils s'applatissaient vers la racine et déterminaient entre eux deux, sitôt que la malade se penchait en avant, un double sillon vertical du plus fâcheux effet. « Je ne puis me décolleter, me répétait-elle, et vous ne sauriez croire ce que je supporterais pour remédier à cet état de chose. Ma profession l'exige et bien des rôles me sont presque interdits par ce fait même. »

Je promis alors de réfléchir et de chercher. C'est le résultat de ces recherches que je viens présenter aujourd'hui.

Quel était le double but que je me proposais ? D'une part, supprimer toute cicatrice visible. D'autre part diminuer le sein ou tout au moins le relever en trouvant un point d'appui résistant auquel on fixât les sutures et qui le soutînt en bonne position au-devant du thorax.

La dissimulation de la cicatrice ne permettait pas de la placer sur la face supérieure du sein comme l'avait fait Pousson.

Je ne pouvais la placer que sur la partie latérale. En ce point le thorax est caché par le bras appliqué contre lui, et si l'on place la cicatrice assez haut, elle vient se dissimuler dans le creux de l'aisselle.

Mais une cicatrice ainsi placée remplirait-elle la seconde indication? soutenir efficacement le sein. Il fallait combiner une incision qui permît de tirer le sein en dehors et en haut, et j'ajouterai qu'il était indispensable, pour obtenir une fixation définitive et efficace, de prendre un point d'appui solide sur une peau qui ne se laissât pas distendre, qui ne glissât pas et fût elle-même fixée.

Je commençai dès lors mes essais sur le cadavre et je dois ici des remerciements à mon collègue Quénu, directeur de l'amphithéâtre de Clamart, qui m'a obligeamment procuré les cadavres nécessaires.

Après avoir tenté une incision courbe parallèle à la ligne d'insertion des seins, qui enlevait sur le côté une tranche analogue à celle qu'enlevait Pousson sur la face supérieure, après avoir examiné ce que donnait une incision en baïonnette, latéralement située et empiétant sur le sein, j'adoptai le mode opératoire suivant.

La malade étant couchée sur le dos, on détermine exactement le bord inférieur du grand pectoral et le sommet de l'aisselle, puis le sein étant maintenu par un aide, au-devant du thorax, afin de l'empêcher de retomber en dehors, on trace les incisions suivantes. Une première incision part du sommet de l'aisselle, descend du ras de la ligne des poils, pour gagner le bord inférieur du grand pectoral; elle est presque horizontale et d'une longueur variant naturellement suivant les sujets. De l'extrémité antérieure de cette ligne à laquelle il ne faut pas faire dépasser le bord du grand pectoral, on fait descendre verticalement une seconde incision profonde, mordant sur le sein, dont elle enlève tout ce qu'elle rencontre dans son tracé et descendant jusqu'à la ligne d'insertion thoraco-mammaire, mais ne la dépassant pas. Elle reste dans les parties mobiles du sein et n'empiète pas sur la peau du thorax moins mobile et plus épaisse.

Enfin la troisième incision réunit l'extrémité des deux autres. On a ainsi un triangle à sommet axillaire et dont la base supprime toute la partie latérale externe du sein. Ce triangle devra être d'autant plus grand que l'on devra faire une plus large perte de substance, que l'on voudra davantage relever et écarter le sein. En effet, ce n'est pas seulement un mouvement d'élévation que je veux donner au sein par mon procédé, mais c'est aussi un mouvement de latéralité d'autant plus grand que l'on placera la ligne costale du triangle plus en dehors, et même presque en arrière de la ligne axillaire.

Les incisions faites à fond, c'est-à-dire jusqu'à la paroi thoracique, on disséquera le tissu cellulaire et on enlèvera tout le triangle cutané limité par les incisions. On aura ainsi un grand lambeau triangulaire *doublé de tout son tissu cellulaire*, qui laisse après son ablation une plaie qui peut atteindre la largeur de la paume de la main.

Les sutures se feront suivant un éventail, dont le sommet sera le creux de l'aisselle, à l'angle formé par l'incision supérieure et l'incision axillaire. Par la traction, cet angle s'efface et on a une ligne de suture demi circulaire, attirant assez fortement le sein en dehors et en haut. Le sein se ramène très facilement en dehors et les points de suture comprenant dans leur anse toute l'épaisseur de la peau et du tissu cellulaire n'ont aucune tendance à couper et peuvent exercer sans inconvénient une traction assez forte.

La même opération se fait à droite et à gauche et il faut avoir grand soin de répéter exactement le même tracé des deux côtés. Il faut faire la même perte de substance, de façon à obtenir deux seins exactement symétriques, et placés à la même hauteur.

Le point de traction, se faisant au sommet de l'aisselle, c'est là aussi que l'on devait chercher le point de suspension du sein.

Il y existe une peau fixe solidement maintenue. La peau du creux de l'aisselle est peu extensible et est très efficacement soutenue par le ligament suspenseur de Gerdy ; c'est à lui que se transmet la traction, c'est lui qui sera chargé de tenir le sein suspendu, c'est le ligament suspenseur rappelé à ses fonctions normales.

La cicatrice placée dans l'aisselle même, sur les parties latérales du thorax ne doit pas empiéter sur le côté brachial du creux de l'aisselle. Il faut faire grande attention à ne pas gagner ni vers le bord du grand dorsal, ni sur la face interne du bras, car pendant les mouvements d'élévation de celui-ci, il se ferait une traction pénible sur la cicatrice et les mouvements du bras pourraient devenir plus ou moins gênés. C'est au sommet de l'aisselle et à ce point exactement que doit s'arrêter le sommet du triangle, ce n'est qu'en arrière que l'on peut donner à

l'incision verticale une plus grande étendue si c'est nécessaire, et cela en lui donnant une incurvation plus ou moins marquée à concavité antérieure. Par cette incurvation on pourra augmenter ainsi le mouvement d'étalement latéral du sein.

C'est cette opération que je fis chez ma jeune malade ; les photographies qu'elle a consenti à me laisser prendre montrent le résultat satisfaisant obtenu.

Les seins sont actuellement arrondis, la séparation des deux seins est nette et on ne trouve plus ces deux lignes verticales médianes qui indiquaient une chute disgracieuse.

Les mamelons sont plus en dehors qu'à l'état normal, mais, étant symétriquement placés, ils ne sont nullement disgracieux.

Enfin la cicatrice se trouve dissimulée dans l'aisselle et les bras placés sur les côtés du thorax la cachent complètement.

Je n'ai pas à ajouter que cette opération est bénigne, et qu'aucun danger opératoire ne me paraît pouvoir être supposé. Il n'y a pas de gros vaisseaux au niveau de la région opératoire, on ne dépasse pas le tissu cellulaire sous-cutané et rien n'est à craindre. Cette opération pourra donc se faire dans tous les cas de mastoptose contre laquelle le corset sera resté impuissant.

Il faudra savoir en effet que cette chute des seins, sous l'influence d'un volume trop considérable, et par suite des distensions après l'allaitement, est un véritable état pathologique au même titre que toutes les ptoses auxquelles on cherche à remédier actuellement. Faut-il faire une opération pour une affection qui ne présente pas par elle-même de danger réel, et n'a d'autre inconvénient que de présenter une gêne, un ennui, et que l'on peut pallier par l'usage d'un corset spécial ? A cela je répondrai ce que l'on objecte à la cure radicale de la hernie, de l'éventration. Le bandage suffisait et a suffi pendant des siècles et cependant la cure radicale de la hernie est devenue une opération courante. On délaisse le bandage et on fait des sutures. Et cependant la cure radicale de la hernie peut présenter quelques dangers ; on a vu des accidents opératoires ; malgré ces accidents, on n'hésite pas à opérer de jeunes enfants pour les guérir radicalement d'une infirmité à laquelle un bandage aurait pu remédier.

Il en est de même de la mastoptose. Au lieu de se contenter du palliatif, le corset, il est rationnel de chercher chirurgicalement la guérison radicale par un moyen simple et nullement dangereux.

Est-ce à dire pour cela que je veuille supprimer le corset, et le remplacer par une opération chirurgicale ? Evidemment non, je ne propose mon procédé, je le répète, que pour les cas où le corset est insuffisant,

où il est *débordé*. Quand la mastoptose devient un véritable état pathologique, quand le corset qui doit n'avoir pour rôle, comme l'a si bien dit notre excellent confrère Mme Gaches-Sarraute, qu'un rôle abdominal, doit par suite de la mastoptose prendre un rôle thoracique excessif, il sera alors permis de proposer la mastopexie telle que je viens de la décrire.

M. le Dr A. CARTAZ
Ancien Interne des hopitaux de Paris et de Lyon

DU SPASME ŒSOPHAGIEN DANS LE CANCER DE L'ESTOMAC

[616.994]

D'origine le plus souvent nerveuse et lié aux troubles hystériques, le spasme de l'œsophage peut se montrer comme phénomène réflexe à distance, dans certaines lésions organiques viscérales. Mondière qui avait étudié spécialement le spasme nerveux, avait cependant signalé (*Arch. gén. de méd.*, 1883) des cas de spasme provoqué par des lésions isolées et distantes du point où se produisait le rétrécissement.

Trousseau, un des premiers, montra d'une façon très nette que le spasme de l'œsophage pouvait survenir dans les cancers du cardia, de l'extrémité de l'œsophage (*Cliniques*, *III*, p. 93).

Le professeur Potain, dans une leçon clinique (*Gaz. des hôp.* 1883) regardait le spasme œsophagien comme souvent lié à un cancer de l'estomac ou d'une région voisine. Dans une clinique plus récente (*Journal de méd. interne*, 15 mai 1898), il revient sur ce même sujet, à propos d'un cas de dysphagie chez un vieillard cachectique. Après avoir discuté les symptômes, leur origine, il conclut : d'analogie en analogie, on est amené à penser qu'un réflexe parti de l'estomac, dont la muqueuse est lésée, peut amener une constriction de l'œsophage et du pharynx et on arrive à comprendre comment un cancer latent de l'estomac, fait commun, a eu comme symptôme, fait rare, un spasme œsophagien.

Les observations de ce genre sont, en effet, très rares. Dans un travail très étudié sur ce sujet le docteur Schrameck[1] a relevé les faits

1. Du spasme de l'œsophage dans le cancer de l'estomac, *Thèse de Lyon*, 1895.

connus et ils ne sont pas nombreux, en y ajoutant deux observations personnelles. Signalé, comme possible par bien des auteurs, il a été observé par peu d'entre eux ; j'entends le spasme de l'œsophage à distance, dans la région pharyngée, cervicale, par exemple. On sait, en effet, que la dysphagie rebelle, permanente, est un des premiers symptômes de la localisation du cancer au niveau de l'orifice cardiaque de l'estomac ; mais alors les signes du rétrécissement prédominent sur tout autre.

Dans certains cas, le diagnostic est fort incertain, quand on ne peut constater de signes précis de néoplasme de l'estomac et dans quelques cas, en présence de la dysphagie rebelle, on songea à un cancer de l'œsophage et on pratiqua, dans le but de remédier à l'inanition, une gastrostomie qui fit découvrir le véritable siège du mal. Bouveret[1] relate un fait, qui lui a été communiqué par Poncet, d'un homme qui avait de tels symptômes de dysphagie œsophagienne que la laparotomie fut pratiquée avec le dessein d'établir une fistule gastrique. L'estomac découvert, on reconnut un cancer du pylore ; à l'autopsie, le cardia et l'œsophage étaient absolument sains, sans trace de rétrécissement cicatriciel ou cancéreux. Richelot, Jaboulay ont publié des cas semblables.

La première de mes observations se rapporte à ce type de cancer de l'estomac sans lésion de l'œsophage et cependant avec dysphagie œsophagienne.

Ce spasme de l'œsophage peut être lié à des lésions organiques à distance ; les observations en sont encore plus rares. Mayo Collier[2] a publié un cas de rétrécissement spasmodique de l'œsophage lié à un cancer du foie.

J'ai observé un cas de ce genre, mais si le foie semblait bien envahi par un processus organique, je ne pourrais pas affirmer que l'estomac ne fût pas lésé, atteint par la maladie, bien qu'on ne perçût pas de tumeur dans la région pylorique ou dans le reste de l'estomac. Mais les vomissements assez fréquents, le liquide sanguinolent retiré par le lavage me font soupçonner que, chez ce malade que je n'ai pu suivre, il existait vraisemblablement une lésion de l'estomac, cause directe du spasme œsophagien.

Obs. 1. — M. X..., âgé de 59 ans, m'est adressé, dans le courant de 1892, par mon ami le docteur Hallopeau, pour des troubles de la déglutition en me priant d'examiner l'état du pharynx et de l'œsophage. Le malade nous raconte que depuis quelque temps il éprouve, au moment du repas, une

1. *Traité des maladies de l'estomac*, p. 619.

2. British laryngological Association, 8 décembre 1873, in *Journal of laryngol.*, février 1894.

difficulté subite à avaler les aliments ; au début, il ne sentait qu'une gêne comme lorsqu'on avale un bol alimentaire un peu gros. Depuis trois ou quatre semaines, le passage semble encore plus difficile et il y a quelquefois un hoquet persistant, à la suite du repas. Ces troubles de la déglutation ne sont pas constants et ne sont pas liés à des particularités du régime alimentaire. Tel mets passera bien aujourd'hui et sera difficilement avalé demain. Un repas se fera sans aucun accroc, le suivant sera entremêlé de pauses, d'arrêts dûs à cet obstacle. Dans la dernière quinzaine, il y a eu à deux ou trois reprises un rejet des aliments par impossibilité de pénétration et l'arrêt se produit là, dit le malade, en portant la main à la région cervicale.

Au point de vue des antécédents, M. X. a eu la syphilis ; il y a deux ans, il a eu de nouveau des manifestations du côté de la gorge, avec taches sur la peau, pour lesquelles on a administré le traitement mixte, iodure et sirop de Gibert. A son idée, les troubles qu'il ressent actuellement se rattachent à cette syphilis. Migraines dans l'adolescence. Aucune autre modification de la santé, jusqu'à y a deux ans où il a éprouvé quelques troubles dyspeptiques. A la suite est survenue une entérite chronique qui a été guérie par le régime lacté et une saison aux eaux de Plombières. Cette dernière affection l'a laissé très impressionnable, très émotif.

Ces renseignements ne semblent pas laisser de doute sur l'existence d'un rétrécissement de l'œsophage. Comme le malade a maigri un peu, on peut songer à un rétrécissement organique, d'autant mieux qu'en interrogeant le malade j'apprends qu'un chirurgien, consulté quelques jours auparavant, a pratiqué le cathétérisme de l'œsophage et n'a pu faire passer la sonde.

L'examen du pharynx, du larynx ne relève rien d'anormal. Il existe une perforation de la cloison nasale qui semble bien de nature syphilitique. Rien à la poitrine, rien au cœur.

Pour me renseigner, autant que possible, sur la nature et sur le siège précis de l'obstacle, je tente de faire passer une sonde œsophagienne de moyen calibre et suis tout étonné de la voir descendre librement jusque dans l'estomac. Il n'existe donc pas d'obstacle de ce côté et il s'agit d'un rétrécissement spasmodique. L'examen de l'estomac ne dénote pas de dilatation ; mais au niveau de la région pylorique il semble exister une induration mal limitée.

Deux jours plus tard je répétai le cathétérisme avec la même facilité et conseillai au malade un traitement antispasmodique en lui conseillant de faire surveiller son estomac et ses digestions.

Cet état se maintint pendant quelques mois ; quand je revis le malade cinq mois plus tard avec mon ami Launois qui le soignait, la scène avait changé du tout au tout. Le malade avait maigri considérablement, le teint était cachectique, jaune paille et l'ensemble dénotait l'existence d'un cancer. La sonde œsophagienne passait bien un moment ; l'obstacle était infranchissable le lendemain. De plus, en dehors du premier obstacle situé à 16 centimètres, la sonde était arrêtée au niveau du cardia ; le malade finissait par ne plus pouvoir s'alimenter et il survenait souvent, après l'introduction de la sonde, des vomissements toujours alimentaires, sans matières spéciales.

En présence de cette cachexie extrême, de cette inanition graduelle, le

malade réclamait à grands cris une intervention. On se résolut à faire une laparotomie exploratrice qui devait être suivie si la tumeur était limitée d'une ablation avec gastro-entérostomie. L'opération fut faite *in extremis* par le docteur Segond avec le concours de MM. Félizet, Launois et Cartaz. Après ouverture on reconnut l'existence d'un cancer partant de l'orifice œsophagien, occupant la grande courbure de l'estomac. Il existait des masses cancéreuses dans l'epiploon gastro-splénique et dans les adhérences qui unissaient le foie à l'estomac.

En présence de l'étendue de ces lésions toute tentative chirurgicale était inutile. La paroi fut refermée : le malade succombait quarante-huit heures après. Pas d'autopsie.

Obs. 2. — Dans le courant de juin 1897, je suis consulté par un homme de 45 à 50 ans, Brésilien, pour des troubles de la déglutition remontant à trois mois et ne s'étant pas répétés plus d'une dizaine de fois. Depuis deux ans, il souffre d'une maladie du foie, pour laquelle il est venu consulter en Europe divers médecins. Le diagnostic donné a été hépatite chronique. Il n'est pas douteux, vu l'état cachectique du malade, l'aspect bosselé du foie, l'ictère assez prononcé persistant depuis six mois, qu'on ait voulu dissimuler le vrai diagnostic de néoplasme. Il y a trois mois, en sortant d'une réunion, il éprouva, en voulant boire, une certaine difficulté à avaler ; le lendemain, la gêne était assez prononcée et ce ne fut que par la succion de glace que la dysphagie céda. Huit jours plus tard, elle reparaissait, à la suite de troubles dyspeptiques, accompagnés de vomissements alimentaires; elle ne dura comme la première fois qu'une journée ou deux, encore le passage des aliments était-il possible.

Au moment d'un de ces accidents, un médecin, consulté, en passant à Odessa, pensa à une lésion de l'estomac et conseilla le lavage de l'estomac. La sonde ne put entrer ; le spasme dura alors plusieurs jours, mais à la troisième tentative, la sonde œsophagienne pénétrait librement et le liquide ramené était légèrement sanguinolent. Le malade se refusa à nouveau au passage de la sonde et les vomissements reprirent une, deux fois par semaine, sans cause bien appréciable.

L'examen ne révèle aucune lésion de la gorge et du pharynx : une sonde œsophagienne de moyen calibre pénétra du premier coup, très facilement, jusqu'à l'estomac ; il s'agissait donc d'un spasme. L'exploration minutieuse de l'estomac ne me permit pas de reconnaître de tumeur de cet organe, mais le foie présentait nettement les signes d'une lésion cancéreuse.

Le spasme œsophagien était-il lié à la lésion du foie ? Etait-il le résultat d'une lésion secondaire de l'estomac ? J'incline vers cette seconde hypothèse, mais comme le malade rentrait dans son pays, je n'ai pu le suivre et confirmer par une observation plus attentive la certitude de cette relation.

M. le Dr J. REBOUL
Chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Nîmes, Membre correspondant de la Société de chirurgie de Paris

GANGRÈNE DE L'AVANT-BRAS ET DE LA MAIN CONSÉCUTIVE A UNE LUXATION DE L'ÉPAULE [617.16—617.25]

— Séance du 5 août —

La gangrène consécutive aux luxations des membres est peu fréquente. Dans les luxations de l'épaule, surtout dans les manœuvres de réduction, on a vu survenir des anévrysmes et Bonfils, dans son étude sur les lésions de l'artère axillaire dans la réduction des luxations de l'épaule, (*Thèse de Paris*, 1898), en rapporte plusieurs cas empruntés à la littérature médicale et un cas personnel. Plus rarement, des gangrènes se produisent par lésions des tuniques internes des artères, ainsi que Tripier en a rapporté un cas (Congrès de Chirurgie 1886).

Dans le cas qu'il nous a été donné d'observer, il s'est produit une gangrène de l'avant-bras et de la main, à la suite d'une luxation de l'épaule, réduite par des procédés de douceurs, et sans développement d'un anévrysme.

Observation. — Un homme de 65 ans, G..., Mathieu, entre à l'Hôtel-Dieu de Nîmes, le 23 décembre 1897. La veille, dans une chute d'un échafaudage, il s'était fait une luxation de l'épaule gauche. — Le docteur Cassan, mandé auprès du malade avec le docteur Gilis et le docteur Payern, médecin militaire, trouvent le blessé avec des douleurs très vives dans tout le membre, constatent une luxation sous-glénoïdienne et tentent sans violence de réduire la luxation par le procédé de Kocher, l'abduction avec refoulement de la tête. Ces manœuvres transforment la luxation de sous-glénoïdienne en sous-coracoïdienne, mais celle-ci ne peut être réduite.

G... est conduit à l'Hôtel-Dieu le lendemain matin. Je constate une luxation sous-coradienne de l'épaule gauche. Le malade éprouve de violentes douleurs irradiés dans le membre supérieur gauche, surtout au-dessous du coude ; l'avant-bras et la main sont refroidis. On sent très nettement les battements de l'humérale, mais le pouls n'est pas perceptible à la radiale et à la cubitale. Je pense à une gêne de la circulation du membre, due soit à

la compression de l'axillaire par la tête humérale, soit à une embolie arrêtée au niveau de la bifurcation de l'humérale au pli du coude.

G... est fortement athéromateux, alcoolique. Malgré le mauvais état du cœur, je le fais anesthésier au chloroforme avec prudence, et cherche à réduire la luxation. Le malade étant en résolution, je tente le procédé de Kocher qui ne me donne pas de résultat ; j'essaie alors l'abduction avec légers mouvements de rotation, sans traction énergique, ni refoulement de la tête : la luxation se réduit facilement.

Les battements de la radiale et de la cubitale ne sont pas revenus ; l'avant-bras et la main sont froids; les douleurs ont diminué dans la région de l'épaule, mais persistent très vives dans l'avant-bras et la main.

Les jours suivants, le doute n'est plus permis ; la gangrène est manifeste à l'avant-bras et à la main, les battements de l'humérale sont toujours perceptibles.

Etant donné le mauvais état général du malade et préférant réduire mon intervention au minimum nécessaire, je décide d'attendre la limitation de la gangrène et embaume le membre. Je le saupoudre d'une poudre antiseptique composée et l'enferme dans un pansement ouaté.

Le 1er février, le sillon d'élimination est très accusé. Il est complet le 19. La gangrène est limitée à la main et à la moitié inférieure de l'avant-bras.

Opération le 21 février, à la maison de santé des Franciscaines avec l'aide du Dr Cassan et de mes internes MM. Coste et Lafon. Ayant assez de tissus sains à la partie supérieure de l'avant-bras ; après les avoir taillés en 2 lambeaux antérieur et postérieur, je fais, sans hémostase provisoire, la désarticulation sous-périostie du coude. — Le malade ne perd pas de sang, pas de ligature. Pas de réunion ; je remplace le radius et le cubitus par des mèches de gaze imbibées de naphtol camphré introduites jusqu'au contact de l'extrémité inférieure de l'humérus.

Suites normales. Réunion par bourgeonnement. Actuellement, G... a un bon moignon, non douloureux.

L'examen de la pièce anatomique et les constatations que j'ai faites au cours de l'opération, m'ont montré que les artères de l'avant-bras étaient oblitérées, exsangues ; il y avait donc un arrêt de la circulation au niveau de la bifurcation de l'humérale au pli du coude.

L'athérome très prononcé que présentait le malade explique fort bien la production d'une embolie détachée des parois de l'axillaire et arrêtée à la bifurcation de l'humérale.

La blessure de l'artère axillaire s'est-elle produite au moment de la luxation ou pendant les manœuvres de réduction? D'après les renseignements que notre confrère, le Dr Cassan a bien voulu nous donner, quand il a été appelé auprès du malade, il l'a trouvé en proie à des douleurs très vives dans l'avant-bras et la main et, après les tentations de réduction, il a constaté que le pouls manquait à la radiale. Il est donc difficile de dire si la lésion de l'axillaire et la production de l'embolie ont été produites au moment de l'accident ou pen-

dant les manœuvres de réduction qui d'ailleurs, ont été faites sans violence. Les deux hypothèses sont admissibles et les douleurs qu'accusait le malade avant les tentatives de réduction, dans l'avant-bras et la main, pourraient bien être l'indice de la production de l'embolie lors de l'accident. C'est d'ailleurs l'impression de notre confrère qui avait été frappé par ce fait et par la cyanose de l'extrémité du membre.

Quoiqu'il soit difficile d'établir exactement si la lésion de l'artère et la production de l'embolie ont eu lieu au moment de l'accident ou lors des tentatives de réduction, ce cas démontre d'une façon évidente que chez les athéromateux, les traumatismes comme les simples luxations peuvent s'accompagner de graves complications et lorsqu'on est appelé pour réduire une luxation chez un artério-scléreux, on doit redoubler de précautions et user avec ménagement, même des procédés de douceur; à plus forte raison doit-on ne pas recourir aux manœuvres de forces. L'anesthésie, quand elle est possible, facilite singulièrement la réduction de la luxation et l'on doit l'employer afin de réduire au minimum les violences et éviter si possible, les blessures des vaisseaux, l'anévrysme ou la gangrène des membres.

M. le Dr J. REBOUL

Chirurgien de l'Hotel-Dieu de Nimes, Membre correspondant de la Société de chirurgie de Paris

DE LA GANGRÈNE DANS LES FRACTURES DES MEMBRES

(617.15—61h.25)

— *Séance du 5 août* —

La gangrène est rarement observée actuellement à la suite des fractures des membres. L'absence de cette complication grave est due certainement, aux méthodes plus précises et plus méthodiques, employées dans ces accidents pour la réduction et la contention; cependant, en dehors des fautes de soins, on peut encore l'observer lorsque la réduction des fractures n'a pas été complète ou que le

déplacement, le chevauchement se reproduisent sous l'appareil appliqué.

Laissant de côté les gangrènes qui accompagnent les fractures des membres, produites par des accidents graves, avec contusions ou écrasements et qui sont bien connues, je veux seulement, dans cette note, attirer l'attention sur les gangrènes produites dans des cas simples de fractures.

Observation I. — Le 5 décembre 1894, je fus appelé à Vauvert (Gard) par mon confrère et ami le Dr Soulier auprès d'une femme, Mme B... âgée de 60 ans qui à la suite d'une fracture du bras avait une gangrène de l'avant-bras et de la main.

Le 8 novembre 1894, Mme B... dans une chute se fait une fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus gauche avec plaie et issue de fragments. — Le Dr X... d'un village voisin qui fut appelé à soigner la malade, chercha réduire la fracture, appliqua un pansement et mit le membre dans un appareil.

Trois jours après, la malade souffrant beaucoup, le Dr X... enleva l'appareil et constata une gangrène commençante de l'avant-bras et de la main.

Le Dr Soulier appelé en consultation le 3 décembre jugea l'amputation du bras indispensable et me fit mander.

Le 5 décembre 1894, lorsque je vis la malade, il y avait une gangrène sèche totale de l'avant-bras et de la main ; un profond sillon d'élimination s'était produit au niveau du pli du coude avec suppuration abondante et infecte ; il y avait en outre un œdème très marqué du bras, mais pas d'infiltration gazeuse ; l'état général de la malade était mauvais, le pouls petit, misérable.

J'opérai immédiatement avec l'aide de mon interne, M. Fabre ; la chloroformisation faite par le Dr Soulier fut bien supportée.

Amputation du bras au tiers supérieur, procédé à grand lambeau antérieur. Les tissus étaient œdématiés et infiltrés. A cause de l'état d'infection de la malade, je ne réunis que partiellement les lambeaux et drainai avec des mèches de gaze imbibées de naphtol camphré.

Le 24 décembre, la réunion était complète, le moignon était bon, l'état général de la malade était très amélioré. Depuis lors, elle a recouvré la santé.

Examen anatomique. — Il y avait fracture transversale sus-condylienne de l'extrémité inférieure de l'humérus ; le fragment supérieur faisait saillie à travers la plaie, surtout en dehors ; les vaisseaux du pli du coude avaient été lésés et comprimés par le bord antérieur irrégulier du fragment supérieur.

Observation II. — Le 23 janvier 1897, on apporte dans mon service à l'Hôtel-Dieu de Nîmes, un enfant de 6 ans, D... Louis, qui présente une gangrène totale de la jambe et du pied, consécutive à une fracture de l'extrémité inférieure du fémur droit.

Le 1er janvier, cet enfant, en grimpant derrière un fiacre, lâche prise et tombe ; sa jambe droite est prise dans les rayons d'une roue et l'enfant suspendu par un pied a parcouru ainsi un espace d'environ 40 mètres. — Le

Dr X..., qui a été appelé auprès de l'enfant, constate une tuméfaction considérable du genou et fait un pansement humide. 2 jours après, il place le membre dans un appareil silicaté. 18 jours après, l'enfant souffrant atrocement de la jambe et du pied, l'appareil est enlevé et on constate une gangrène de la jambe et du pied. Le membre est alors placé dans une gouttière avec des compresses résolutives. Le Dr X... nous envoie le malade à l'Hôtel-Dieu le 23 pour l'amputation.

Quand nous voyons le malade, il y a gangrène sèche totale de la jambe et du pied, un sillon d'élimination s'est produit immédiatement au-dessous du genou. L'enfant est débile, anémié, infecté.

Opération le 24 février 1877 à l'Hôtel-Dieu, avec l'aide de mes internes MM. Fosse et Lafon.

Anesthésie au chloroforme sans incident. Amputation de la cuisse au 1/3 supérieur, procédé à 2 lambeaux, grand lambeau antérieur. Pas de réunion. Les surfaces cruentées des lambeaux sont recouvertes de gaze imbibée de naphtol camphré et saupoudrées d'une poudre antiseptique composée de menthol, salol, tannin, alun et bismuth. Pansement ouaté.

27 février. — Réunion des 2 lambeaux, le moignon est bon. L'état général est très amélioré.

L'*examen anatomique* nous montre une fracture de l'extrémité inférieure du fémur, avec chevauchement très étendu du fragment supérieur en arrière. L'extrémité inférieure du fragment supérieur arrive à un centimètre au-dessous du plan passant par l'articulation péronéo-tibiale. — Cette extrémité est taillée en biseau d'avant en arrière et de dedans en dehors ; le trait de fracture commence en dedans sur la partie inférieure de la diaphyse et aboutit en dehors et en bas, à la partie moyenne du condyle externe jusqu'au cartilage épiphysaire. — Le bord postérieur du fragment offre une arête aigue, irrégulière, sur laquelle les vaisseaux et nerfs poplités sont soulevés et comprimés, comme des cordes de violon sur le chevalet. — L'artère poplitée est aplatie, exsangue, au-dessous sa lumière a disparu, au-dessus sa cavité contient un caillot organisé.

Le chevauchement du fragment supérieur du fémur et son déplacement en arrière parallèlement à l'axe du membre, est de 5 centimètres en dedans et de 6 centimètres en dehors. Après dissection de la pièce, on voit que de la partie antérieure du fragment supérieur, naît à 7 centimètres au-dessus de son extrémité inférieure et au niveau du condyle, une exostose régulière, en forme de croissant dont le sommet inférieur vient se loger dans une cavité creusée dans le fragment inférieur, constituant ainsi une pseudarthrose qui limitait le déplacement du fragment supérieur en bas et en arrière.

Le mécanisme de la gangrène dans ces deux cas est absolument semblable. Dans le premier, il y avait fracture sus-condylienne de l'humérus et compression de l'artère humérale au pli du coude, par le bord antérieur du fragment supérieur, qui s'était déplacé en avant. Dans le second il y avait fracture sus-condylienne et intra-épiphysaire de l'extrémité inférieure du fémur et compression de l'artère poplitée par le bord postérieur du fragment supérieur qui s'était déplacé en

arrière parallèlement à l'axe du membre, dans une étendue de 5 et 6 centimètres.

Dans ces deux cas, il avait été difficile de maintenir les fragments réduits ; il aurait donc été nécessaire pour éviter la gangrène du segment du membre, de recourir à une intervention sanglante, et d'aller faire la suture osseuse des fragments.

J'ai eu l'occasion d'agir ainsi, dans 3 cas de fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus, avec chevauchement des fragments et impossibilité d'obtenir une bonne réduction ; j'ai fait la suture osseuse des fragments. Les résultats ont été bons, et les malades ont recouvré, sans accident ni gêne, les fonctions de leurs membres.

Je pense donc que dans des cas semblables on doit d'abord, en s'aidant de l'anesthésie, chercher à réduire et à maintenir réduits les fragments fracturés, et si l'on peut y parvenir, séance tenante, faire la suture osseuse ; c'est le seul moyen d'éviter de graves complications comme la gangrène du membre.

C'est d'ailleurs la conduite qui est aujourd'hui généralement acceptée ; ces faits sont connus et je n'ai voulu, en publiant ces deux observations, qu'apporter mon appui à la thérapeutique des fractures des membres avec chevauchement des fragments difficiles à maintenir, et à la nécessité de l'intervention sanglante et de la suture osseuse.

M. le Dr LEDUC

Professeur à l'Ecole de Médecine de Nantes

TRAITEMENT DES LARYNGITES PAR LES ASPIRATIONS LARYNGÉES [616.22]

— *Séance du 6 août* —

Nous n'avons, pour le traitement local des laryngites en général, et de la laryngite tuberculeuse en particulier, que des moyens d'une efficacité très-limitée.

Pour s'en rendre compte, il suffit de les passer en revue :

Traitement chirurgical de la laryngite tuberculeuse par le grattage.

Ce traitement ne peut être employé que par des laryngologistes exercés; il n'est donc à la portée que d'un petit nombre de malades. D'ailleurs, si, dans quelques cas de tuberculose laryngée circonscrite, ce qui constitue tout à fait l'exception, ce traitement peut avoir un bon résultat, dans la grande majorité des cas, ses conséquences sont déplorables; il est impossible d'enlever tous les germes tuberculeux du larynx; par le grattage, on ouvre les vaisseaux aux bacilles, on détermine une extension plus rapide du mal et sa généralisation à tous les autres organes.

La résection des fongosités par la pince coupante est susceptible des mêmes objections.

La galvano cautérisation détermine, dans une région envahie par les bacilles, des ulcérations inguérissables.

Les injections interstitielles, d'une efficacité bien douteuse, provoquent de vives douleurs, causent de l'œdème aigu, et des accès de suffocation auxquels peut succomber le malade, ou qui tout au moins nécessitent le tubage ou la trachéotomie.

L'attouchement avec une substance antiseptique ou caustique, nitrate d'argent, acide phénique, acide lactique, naphtol camphré, etc., exige l'emploi du laryngoscope et l'intervention du médecin; ce moyen n'expose pas aux mêmes dangers que les précédents, mais il ne peut être appliqué qu'à de longs intervalles, tous les deux jours environ. L'action du liquide porté sur le tissu malade ne s'exerce qu'un instant, elle est très superficielle. Pour apprécier l'efficacité de cette méthode, il suffit de se demander ce que deviendrait un foyer tuberculeux, dont on badigeonnerait légèrement la surface à l'aide d'un pinceau imprégné d'une substance antiseptique tous les deux jours, ce foyer serait à peine influencé dans sa marche, et l'on aurait aucune chance de guérison.

Les inhalations de vapeur ont une action encore plus passagère et plus superficielle.

Les insufflations de poudres exigent, comme les attouchements avec le pinceau, l'emploi du laryngoscope et l'intervention du médecin; leur efficacité est moindre que celle des attouchements, car l'introduction de poudre dans le larynx, par insufflation, est plus difficile que l'introduction du pinceau; l'insufflateur devant être convenablement dirigé et, l'insufflation, faite par le médecin, devant coïncider avec l'aspiration faite par le malade; autrement, la poudre est renvoyée dans le pharynx et dans la bouche. En résumé, opération plus difficile que les attouchements avec le pinceau, et également sans efficacité, par suite des longs intervalles entre les applications.

Quant aux pulvérisations, si fréquemment employées, elles constituent le moyen le moins efficace, car les liquides viennent frapper les parois humides du pharynx qui les retiennent et ne pénètrent pas dans le larynx, ainsi que le démontre la presque impossibilité de soulager les douleurs de la phthisie laryngée par les pulvérisations les plus anesthésiques.

Le procédé qui fait l'objet de cette note, procédé que nous employons depuis plusieurs années et que nous avons fait connaître au Congrès de Moscou en 1897, permet aux malades *d'introduire dans les voies respiratoires, des poudres médicamenteuses et des liquides, sans l'emploi du laryngoscope, sans le concours du médecin, aussi fréquemment qu'il convient de le prescrire; cela, avec une facilité et une sûreté parfaite, avec une perfection dont aucun autre moyen d'introduction des médicaments dans le larynx n'approche.*

Le médicament est entraîné, dirigé par le courant d'air aspiré ; si c'est une poudre, elle recouvre la muqueuse du larynx, les cordes vocales et la trachée, comme si elle avait été répandue avec un tamis, ainsi qu'il est facile de s'en assurer en pratiquant l'examen laryngoscopique après une aspiration ; seules, les parties externes des cordes vocales, qui, pendant l'aspiration, se trouvent dans l'abduction, ne sont pas recouvertes.

Le seul instrument nécessaire est un tube de verre, de six millimètres environ de diamètre intérieur, de vingt à vingt-cinq centimètres de longueur, ayant, à l'une de ses extrémités, une crosse d'un centimètre au plus de longueur, et faisant environ un angle de 100° avec le corps du tube ; à quatre centimètres de l'autre extrémité se trouve une courbure d'environ 145°.

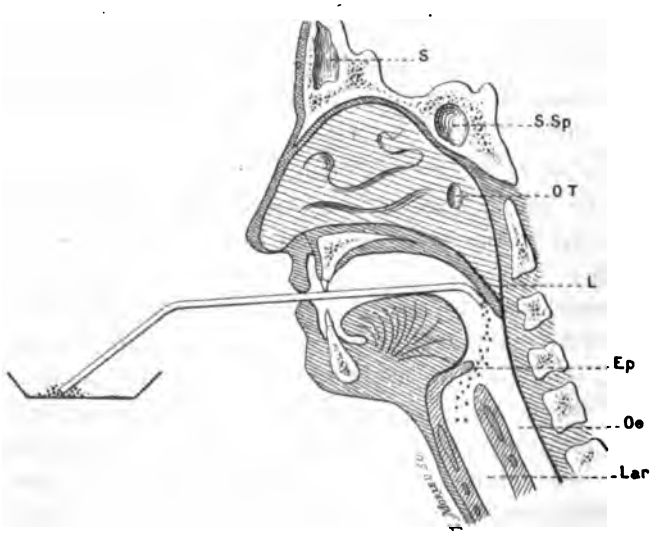
Pour se servir de ce tube, on répand sur une surface très propre, assiette, papier blanc, la poudre à aspirer, de façon à ce qu'il n'existe pas de petits monceaux, le malade introduit le tube dans la bouche, l'orifice de la petite crosse dirigé en bas vers le larynx, la crosse elle-même appliquée contre la paroi postérieure du pharynx ou près de cette paroi ; les lèvres étant fermées sur le tube, l'extrémité de la longue courbure est appliquée sur la poudre que l'on aspire par le tube. *La poudre, entraînée par le courant d'air*, pénètre profondément dans les voies respiratoires et, si l'opération est bien faite, ne se répand ni dans la bouche, ni dans le pharynx. Le tube ne doit pas appuyer sur la base de la langue, ce qui pourrait provoquer des envies de vomir ; il peut aussi ne pas toucher le pharynx pourvu qu'il en soit très rapproché, il n'a donc d'autre contact que celui des lèvres ; aussi, même chez les personnes les plus sensibles, ne provoque-t-il absolument

aucune gêne lorsqu'il est bien employé. Si la poudre est convenablement choisie, bien fine, bien impalpable, bien répandue sans amas, l'opération, qui se fait d'ailleurs avec la plus grande facilité, ne provoque aucun mouvement réflexe, pas même de toux laryngée.

Les aspirations peuvent être répétées aussi fréquemment qu'on le juge utile, le malade porte dans sa poche son tube et sa poudre, et peut pratiquer son traitement au milieu de ses occupations. Une aspiration toutes les deux ou trois heures nous semble la fréquence convenable pour obtenir les meilleurs résultats thérapeutiques, la poudre séjourne sur la muqueuse humide et l'on obtient ainsi un pansement permanent, ainsi que le démontrent les crachats qui, dans ces conditions, contiennent constamment de la poudre rejetés avec eux.

Nous employons cette méthode depuis plusieurs années, nous l'avons appliquée a un grand nombre de cas, les résultats sont absolument excellents, incomparablement meilleurs qu'avec l'un quelconque des autres moyens de traitement des laryngites.

On peut d'ailleurs s'imaginer facilement quelle doit être l'efficacité de ce moyen, lorsqu'on se représente avec quelles difficultés on arrive, par les autres méthodes, à l'introduction très imparfaite, à des intervalles très éloignés, des médicaments dans le larynx, et que l'on compare ceci, à la facilité, la perfection et la fréquence avec lesquelles chaque malade peut recouvrir toute sa muqueuse laryngée du médicament efficace.



Nous avons employé ce procédé d'aspiration pour introduire dans le larynx et les voies respiratoires des liquides médicamenteux, huile

mentholée, phéniquée, iodoformée, etc. Il est alors avantageux d'étirer un peu la crosse, sans l'allonger toutefois, mais de manière à diminuer la section de son orifice et a rendre plus fin le petit filet liquide aspiré dans les voies respiratoires. Pour pratiquer l'aspiration du liquide, on met, dans un petit verre, la quantité du liquide à aspirer, une demi cuillerée à café environ, on y plonge l'extrémité de la longue courbure et l'on aspire comme pour la poudre. L'opération ne présente aucune difficulté ; mais les malades s'étant toujours mieux trouvés de l'aspiration des poudres, nous employons exclusivement celles-ci.

Nous n'avons jamais observé de mauvais effets des aspirations ; nous même, pratiquons chaque jour plusieurs fois l'aspiration pour montrer aux malades la facilité de cette opération, et nous n'avons jamais éprouvé le moindre inconvénient.

Nous avons employé, pour les aspirations laryngées, un grand nombre de poudres variées, nous mentionnerons seulement celles qui nous ont donné les meilleurs résultats et dont nous avons, par suite, continué l'emploi, chaque médecin pouvant facilement varier la nature et les formules des poudres au gré de son inspiration.

Pour le traitement de la laryngite catarrhale nous employons la poudre suivante :

Acide borique.....	ou 4 gr.
Borate de soude.....	
Salol.....	
Menthol.....	0 gr. 12 centig.
Chlorhydrate de cocaïne.....	0 gr. 06 centig.

en poudre impalpable.

Deux ou trois pincées pour une aspiration répétée toutes les deux ou trois heures environ.

Cette poudre ne se conserve pas au delà de quelques jours, mais elle est d'une grande efficacité dans la laryngite catarrhale ; elle supprime presque immédiatement la sensation pénible et fait disparaître l'enrouement, elle permet ainsi, à des sujets absolument enroués et sans voix, de pouvoir remplir les devoirs de leur profession, parler ou chanter après l'avoir aspirée.

Mais c'est surtout dans la laryngite tuberculeuse, à toutes les périodes, que la méthode des aspirations laryngées rend les plus précieux services. A la première période, période congestive, lorsque l'état général est bon, elle donne une guérison extrêmement rapide ; la congestion cesse, l'enrouement disparaît et, en quelques jours, le larynx et la voix reviennent à leur état normal. Les malades doivent

cependant continuer, en les éloignant, les aspirations pour consolider la guérison et prévenir les rechutes.

Dans la seconde période, alors qu'il existe de l'œdème et des ulcérations, la guérison s'obtient encore facilement et vite si l'état général est bon. Nous avons vu des malades avec les replis aryténo épiglotiques œdematiés de façon à ne laisser qu'une fente étroite au passage de l'air, ayant du cornage, en proie à une dyspnée intense, prêts à suffoquer, éprouver une amélioration immédiate par les aspirations laryngées, l'œdème diminue, la dyspnée disparaît, la voix revient et après une semaine ou deux, les malades ne présentent plus aucun trouble fonctionnel du larynx.

Les cas dans lesquels les aspirations sont surtout précieuses, sont ceux des laryngites douloureuses, avec dysphagie; quiconque a vu les souffrances de ces malheureux malades, quiconque a constaté l'impuissance des moyens dont nous disposions jusqu'ici pour soulager leur douleur, considère leur maladie comme une des plus pénible tortures infligées à l'humanité. Or dans ces cas, les aspirations laryngées sont absolument souveraines, et c'est une satisfaction immense pour le médecin de voir disparaître si rapidement et si parfaitement d'aussi pénibles souffrances. Des malades, pour lesquels chaque mouvement de déglutition était un supplice tel, qu'ils préféraient mourir de faim plutôt que de l'endurer, dès les premières aspirations peuvent déglutir sans douleur et s'alimenter.

Nous avons employé cette méthode pour des larynx déchiquetés par des ulcérations tuberculeuses, et nous avons de ces malades qui continuent leurs aspirations depuis plusieurs années sans en avoir jamais éprouvé aucun mauvais effet. L'une de nos malades, dont le poumon gauche est farci de cavernes, et dont les cordes vocales étaient profondément déchirées par des ulcères tuberculeux, vit disparaître rapidement, au début du traitement sa douleur et sa dysphagie; et, après avoir parlé pendant deux ans à voix très basse en chuchotant, et avoir pratiqué depuis deux ans des aspirations parle maintenant à haute voix avec les bandes cicatricielles qui ont remplacé ses cordes vocales.

Lorsque l'état général est très mauvais, les malades ne doivent pas être conduits à abandonner le traitement par les aspirations laryngées, parce qu'il n'en obtiennent pas les résultats rapides qu'il donne dans la plupart des cas, attendu que son emploi prolongé est sans aucun inconvénient, c'est le traitement qui permet le mieux de combattre les progrès de la maladie, celui qui préserve le mieux de la douleur et de la dysphagie, celui enfin qui donne le plus de chance de guérison.

Parmi les avantages accessoires du traitement par les aspirations laryngées, on peut signaler le mélange permanent aux crachats d'une poudre antiseptique qui peut les stériliser dans une certaine mesure.

Les poudres employées étant anti-bacillaires, les pneumoconioses nous montrant que les poussières, respirées avec l'air, peuvent parvenir jusqu'aux alvéoles pulmonaires, le traitement par les aspirations laryngées constitue sans doute, en plus de son action local, un auxiliaire du traitement de la tuberculose pulmonaire.

Nous employons uniquement contre la laryngite tuberculeuse le diiodoforme en poudre impalpable.

Deux ou trois pincées pour une aspiration laryngée répétée toutes les deux ou trois heures.

Lorsqu'il existe des douleurs et de la dysphagie nous employons :

Diiodoforme.....	8 gr.
Chlorhydrate de cocaïne.....	0 gr. 08 centig.

En poudre impalpable.

Ou bien :

Diiodoforme.....	8 gr.
Chlorhydrate de cocaïne.....	0 gr. 08 centig.
Chlorhydrate de morphine.....	0 gr. 04 centig.

En poudre impalpable. Quatre à huit aspirations par jour.

Nous avons essayé un grand nombre d'autres poudres. Nous avons été surpris de ne pas obtenir de résultats satisfaisants avec l'iodoforme. Les formules que nous publions sont celles avec lesquelles nous avons obtenu les résultats commentés dans cette note.

Nous considérions autrefois la laryngite tuberculeuse comme une des localisations les plus graves de la tuberculose, comme une des plus désespérantes au point de vue des résultats thérapeutiques ; depuis que nous employons la méthode des aspirations laryngées nous considérons la laryngite tuberculeuse comme la manifestation la plus facile à guérir de la tuberculose.

La méthode est également utile dans les autres laryngites.

Dans les laryngites syphilitiques, quoique le traitement général . le plus d'importance, les aspirations de diiodoforme ou d'iodoforme nt très avantageuses.

L'aspiration laryngée est le meilleur moyen de calmer la douleur ıs le cancer du larynx.

M. le Dr LEDUC
Professeur à l'École de Médecine de Nantes

TRAITEMENT ÉLECTRIQUE DES PARALYSIES PÉRIPHÉRIQUES

— *Séance du 8 août* —

L'objet de cette communication concerne les paralysies par lésions des troncs nerveux, les paralysies dues à des névrites, névrite *a frigore*, névrite rhumatismale, traumatique, etc.

Le traitement consiste dans l'emploi exclusif des courant galvaniques réglés d'une certaine manière. On détermine d'abord le siège de la lésion ; ce qui la plupart du temps est facile. On applique alors la méthode monopolaire négative ; le pôle positif, large électrode indifférente, est appliqué sur l'épigastre ou dans le dos, l'électrode négative formée par un tampon d'une surface d'autant plus grande que le nerf est plus profondément situé, d'autant moindre qu'il est plus superficiel, est appliqué à l'endroit de la lésion ; un rhéostat étant placé dans le circuit, on augmente d'abord le nombre des éléments, on diminue ensuite la résistance de façon à atteindre le maximum d'intensité que le malade puisse supporter, intensité variant suivant les personnes et les régions d'un tiers de milliampère à trois milliampères par centimètre carré, on laisse passer le courant un temps variable de 2 à 12 minutes suivant la tolérance de la peau.

Cette première partie du traitement, la plus importante, a un double but et un double résultat. 1° L'électrisation monopolaire a, sur les inflammations chroniques en général, une action résolutive très marquée sur laquelle nous avons déjà insistée, et elle donne des guérisons d'une rapidité surprenante. Cette action s'exerce sur les névrites chroniques cause de Paralysie. 2° L'électrisation monopolaire négative produit l'état cathélectrotonique ou augmentation de l'excitabilité du nerf et combat ainsi directement le symptôme caractéristique de la Paralysie. Il arrive souvent qu'un nerf, absolument inexcitable au

commencement de la première séance, est parfaitement excitable après l'électrisation monopolaire négative; il arrive fréquemment aussi que la contractilité volontaire, entièrement disparue depuis plusieurs jours ou plusieurs semaines, reparaît après la première séance, ce qui est d'un excellent pronostic et permet de promettre la guérison en moins de dix séances.

La seconde partie du traitement consiste dans l'excitation du nerf, de ses branches, ou des muscles à l'aide du courant galvanique interrompu. L'excitation galvanique des contractions a surtout pour but d'améliorer la nutrition du muscle, elle remplace, partiellement au moins l'action trophique des centres, ainsi que le prouve les améliorations obtenues dans des cas d'atrophie musculaire progressive, cas dans lesquels on peut faire rétrocéder et empêcher l'atrophie par une excitation galvanique des muscles répétée tous les jours, et cela sans agir sur les centres nerveux. L'excitation faradique ne donne pas les mêmes résultats: sur plusieurs de nos malades qui avaient été traités par la faradisation avant de s'adresser à nous, elle a paru accélérer l'atrophie musculaire.

Nous pratiquons les séances d'électrisation au nombre de trois ou deux par semaine.

Sur vingt-trois paralysies faciales, d'une durée d'une semaine à trois mois, que nous avons traitées comme il est indiqué dans cette note, nous avons obtenu la guérison avec une moyenne de sept séances.

Nous ne faisons pas rentrer dans ces vingt-trois cas une paralysie faciale datant de deux années, dans laquelle les muscles ne répondaient plus à l'excitation galvanique, et qui s'est cependant guérie après des séances quotidiennes pendant plusieurs mois, pratiquées ainsi que nous l'avons décrit.

Pour terminer nous citerons une observation typique qui résume tous les cas soumis à ce traitement.

La malade, jeune fille de 13 ans, nous a été adressée le 11 novembre 1897, par notre savant collègue, M. le Professeur Heurtaux; le 13 mai de la même année, c'est-à-dire cinq mois avant sa visite, elle s'est coupée avec un éclat de bouteille, au poignet, sur le trajet du nerf cubital. Depuis l'accident jusqu'au moment de sa visite, elle a subi divers traitements, parmi lesquels la faradisation persévérante des muscles paralysés, non seulement sans amélioration, mais avec une aggravation régulièrement progressise de son état. Lorsque la malade se présente à nous, sa main offre l'attitude désignée sous le nom de griffe cubitale, l'allongement des deux dernières phalanges est impossible et si l'on essaie de les redresser, on provoque une vive douleur;

le mouvement d'opposition du pouce est complètement annulé ; d'ailleurs, les muscles de la main, en particulier les muscles de l'éminence hypothénar, semblent avoir subi une atrophie complète. Non seulement on ne peut y constater aucun mouvement volontaire, mais la contractilité électrique semble complètement abolie. Il existe une anesthésie très marquée des dernières phalanges progressant depuis l'index à l'auriculaire.

Mon diagnostic, après ces constatations, fut: section du nerf cubital avec dégénérescence complète des muscles innervés au-dessous de la section. Je fis observer à M. le Professeur Heurtaux que, dans ces conditions, le traitement électrique ne devait pas donner de résultat. Mais M. Heurtaux ayant été souvent témoin de la remarquable efficacité de ce traitement, insista pour qu'il fût essayé.

Le traitement fut appliqué ainsi qu'il est décrit dans cette note, galvanisation monopolaire négative à l'endroit de la section pendant huit minutes, puis excitation galvanique, monopolaire négative des contractions musculaires avec rhéostat dans le circuit extérieur ; séances quotidiennes. La contracture commença à céder dès la première séance ; dès après la seconde séance, on vit apparaître la contractilité volontaire et galvanique ; l'anesthésie disparut, et après dix-sept séances, exactement dix-sept jours après le début du traitement, la jeune malade put quitter Nantes, ayant recouvré toute la mobilité et toutes les fonctions de la main.

M. X. DELORE

Ancien Chirurgien-major de la Charité,
Correspondant de l'Académie de Médecine, à Lyon.

CIRCULATION PLACENTAIRE ET THROMBOSE

[612.13-618.36]

— Séance du 8 août —

Anatomie. — Le *placenta* est un organe *cavitaire* contenant le sang maternel, dans lequel baignent les villosités fœtales. La preuve c'est qu'une injection quelconque, faite par un des orifices maternels, diffuse immédiatement partout et entoure les villosités.

Les vaisseaux villeux que j'ai reproduits dans les radiographies ci-jointes (voir *fig. de 1 à 8*), de même que les espaces maternels, qu'on aperçoit dans les coupes, étaient contenus dans un sac constitué par le chorion et la caduque.

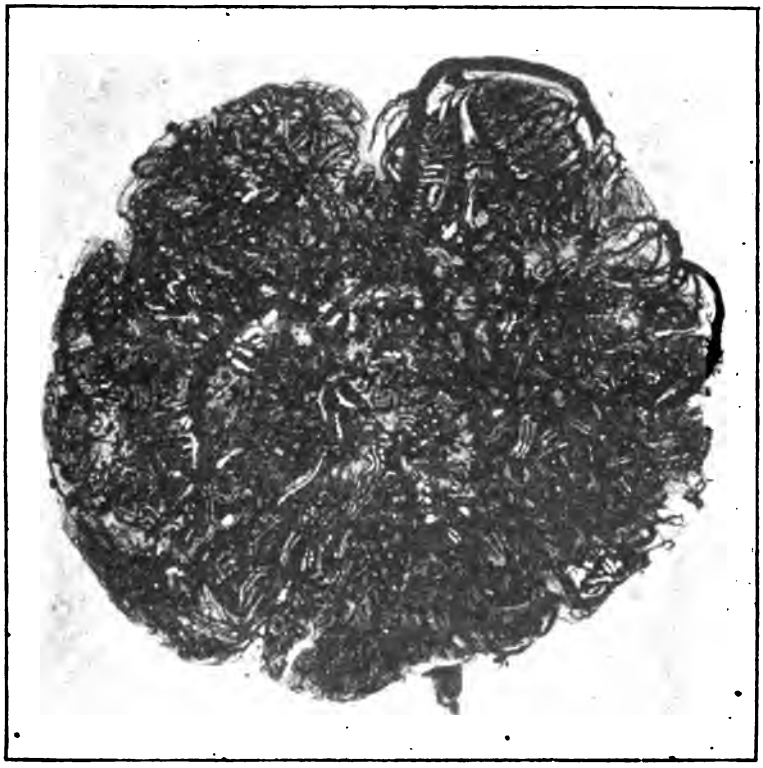


FIG. 1

Radiographie. — Placenta entier. La veine ombilicale a été injectée au mercure coulant et les espaces maternels à la gélatine ; ils apparaissent en clair. On remarque que les gros vaisseaux de la périphérie sont fortement incurvés par suite de la rétraction du chorion thrombosé.

Dans notre race, le placenta est disposé d'après un *type* de structure dont voici les caractères :

1° L'organe est grand. Il a environ 21 centimètres (*fig.* 7) de diamètre en moyenne. Ses bords sont minces.

2° Le sinus coronaire est complet (*fig. 10*).

La circulation maternelle entre et sort par les orifices de ce sinus (*fig. 16*, B).

Il n'y a pas, à l'état normal, d'orifices vasculaires sur la surface de la caduque.

3° La *région caverneuse* est située dans la cavité, au point où les

piliers villeux émergent du chorion. On y voit (*fig. 3, 6 D et 13*) une foule d'aréoles destinées au sang maternel.

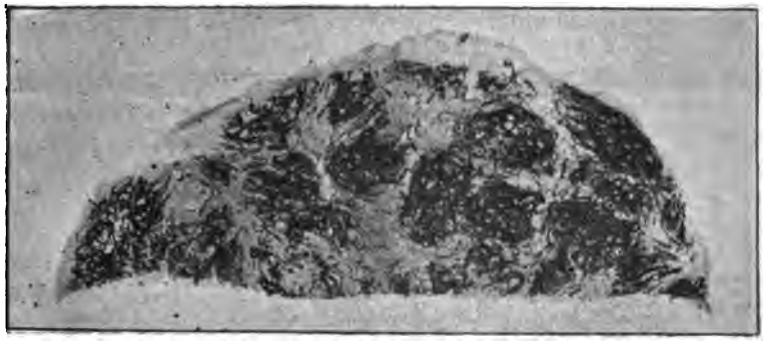


FIG. 2

***Sommets* des villosités cotylédonaires de la moitié d'un placenta, injecté comme le précédent. Entre les sommets vasculaires se voient, en clair, les espaces maternels et les prolongements intérieurs de la caduque.**

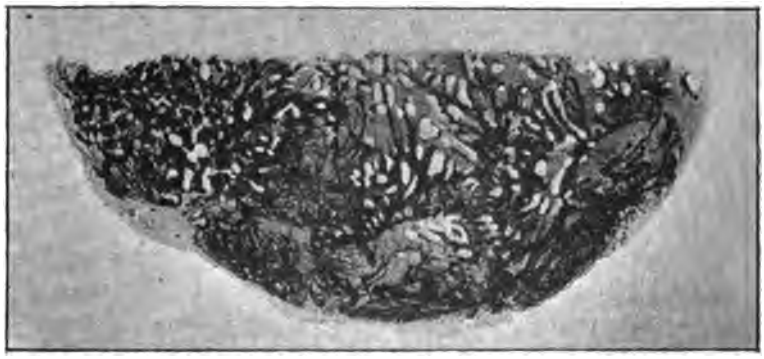


FIG. 3

Radiographie de la *Région caverneuse* (mêmes injections). On remarque le petit nombre de bouquets villeux.

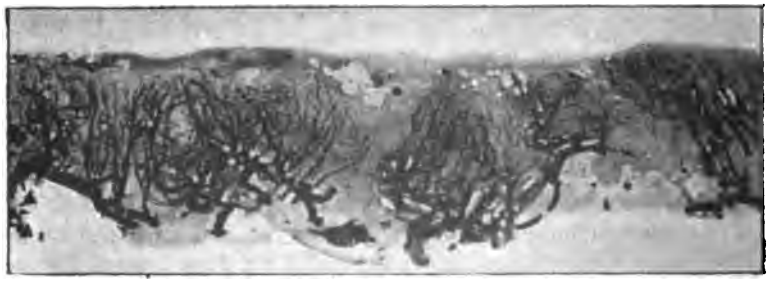


FIG. 4

***Segment* d'une coupe de placenta dont la veine ombilicale a été injectée au *mercure coulant* et les *espaces maternels* à la *paraffine*.** Ceux-ci sont très visibles. On voit que le courant de l'injection de la paraffine a écarté les vaisseaux dans plusieurs points.

4° Les vaisseaux *choriaux* en sortant du cordon se divisent *immédiatement* en plusieurs branches volumineuses (*fig. 7, 18, 19, 20*) dont les ramifications vont jusqu'à la périphérie.

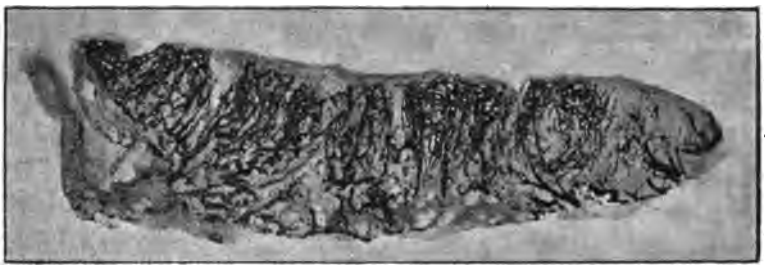


FIG. 5

Coupe complète du placenta, au niveau du cordon. Injection de la veine ombilicale au mercure et des espaces à la *gélatine*. On voit en clair les espaces maternels, le bord de la caduque et du chorion.

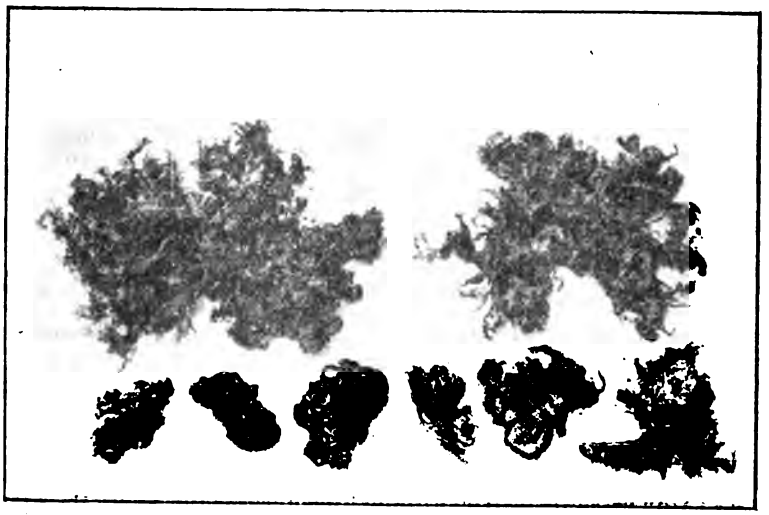


FIG. 6

A B *Vaisseaux* et *villosités* arborescents et circulairement disposés.

Sur ces figures, les espaces maternels, injectés de suif au *chromate de plomb*, se reconnaissent à la présence de petits grains jaunâtres.

C Arbres villeux aplatis. Injection des espaces au suif chromaté.

D *Moules d'aréoles* de la *région caverneuse*. L'injection a été faite à la *paraffine* chromatée.

Celles-ci sont solidement fixées entre deux feuillets de cette membrane, qui leur sert de tuteur à l'état normal et dont la rétraction les recroqueville (*fig. 17 et 18*).

Les artères, superficiellement placées (*fig. 9*), croisent à angle droit, en l'étranglant un peu, la veine, qui est obligée de bomber dans la région caverneuse (*fig. 9 et 20*).

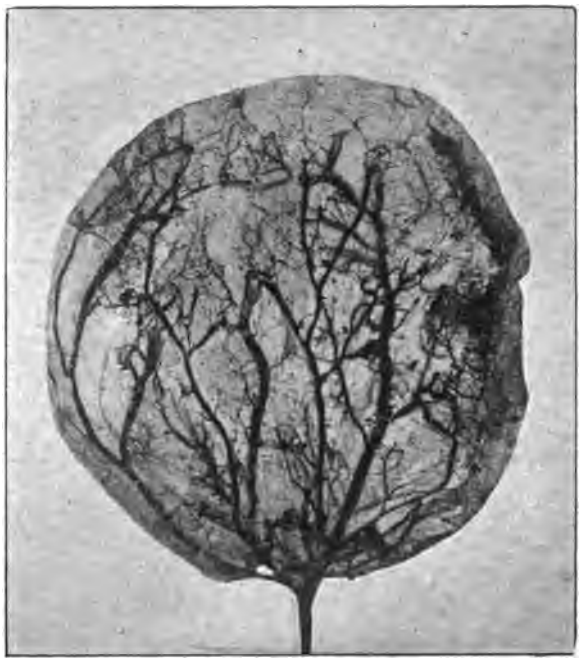


FIG. 7

Chorion d'un *type normal* vu par sa face villeuse, diamètre 22 centimètres. Vaisseaux choriaux abordant la périphérie. Transparence et solidité remarquables. Toutefois, on constate à droite un *thrombus* mince qui est indiqué par une bande obscure dont la rétraction a déterminé un froncement de la membrane.

Remarque. — En sortant du cordon, les vaisseaux ombilicaux se divisent immédiatement en plusieurs gros troncs qui cheminent indépendamment. (Ce placenta a été recueilli à une altitude de 900 mètres).

5. Les *vaisseaux villeux* se distribuent dans l'intérieur du placenta après avoir exécuté la perforation du chorion que j'appelle *piqûre*. On peut les comparer aux grands arbres d'une forêt entre lesquels sont des arbustes, de petites pousses et même des broussailles.

Les troncs volumineux sont environ au nombre de 40 (*fig. 19 et 20*). Ils sont constitués par une artère et une veine, parallèles, solidement unies, qui forment des bouquets arborescents et se dirigent dans tous les points du placenta (*fig. 4, 5, 6*, A B C). La plupart des tiges traversent à angle droit la région caverneuse.

Circulaires à la périphérie, leurs faisceaux sont aplatis au centre. (*fig. 6* A B C).

6° Les *Villosités* couronnent de leur efflorescence les fines divisions des vaisseaux, mais elles couvrent aussi tout leur tronc, qui en est hérissé comme la tige d'une rose mousseuse. (*fig. 6* A B C).

Je signale des groupes importants de vaisseaux villeux qui tapissent toute la surface profonde du chorion, où ils sont couchés en forme d'éventail. Leur tige est libre ; le sommet est attaché par une délicate adhérence conjonctive Je les appelle *villosités trainantes.*

Elles jouent un rôle important dans le mécanisme des rétractions du chorion produites par le thrombus sclérosé.

Les villosités centrales s'enchevêtrent légèrement ; quelques-unes jouent le rôle de *lianes.*

Les sommets ont de loin en loin de solides adhérences avec la caduque (*fig. 2 et 5*). Dans cette région, on constate également de nombreuses aréoles.

Tous les vaisseaux qui ont traversé la région caverneuse se ramifient et forment un arbre villeux. Le groupement de plusieurs de ces arbres constitue un *cotylédon*, dont il est possible de séparer les éléments (*fig. 4, 5, 6* A B C) en prenant certaines précautions. Adhérentes à la caduque par leurs sommets et au chorion par leurs piliers, les villo-

FIG. 8

Cordon n'ayant qu'une seule artère.
Les vaisseaux ont été injectés au mercure. La veine est 1/3 plus volumineuse que l'artère.

sités, dans leur centre, sont libres d'osciller et d'être refoulées (*fig. 4*) dès qu'une augmentation de pression survient subitement dans le courant sanguin qui traverse les espaces maternels. C'est là l'origine des hématomes.

ANOMALIE. — *Artère unique* (*fig. 8*). La mensuration comparative des vaisseaux, dans ce cas, m'a permis de constater que l'artère était 1/3 plus petite que la veine.

RACE NÈGRE. — *Placenta de négresse* originaire de la Guadeloupe dont le mari était brésilien.

Outre les caractères du type normal précédemment indiqués, voici les particularités observées :

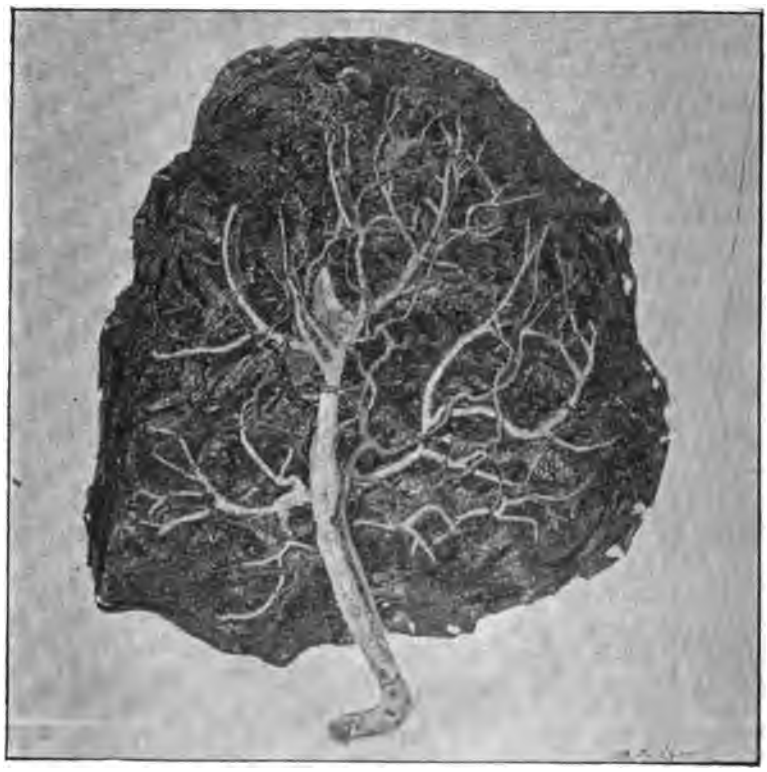


FIG. 9

Le *chorion* de ce placenta avait tous les *caractères* du *type normal* ; savoir : grandeur, solidité, vaisseaux choriaux abordant la périphérie ; sinus circulaire complet (voir face utérine, *fig. 10*).

La figure représente la face fœtale.

Les vaisseaux offrent un *tronc principal* qui s'élève en distribuant partout ses branches avec une abondance remarquable.

A gauche du tronc, presque au milieu, on voit une tache grise, indice d'un lac.

Les *vaisseaux choriaux* (*fig. 9*) qui sont remarquablement nombreux, ont une tige médiane d'où émanent successivement les branches.

Au contraire, après avoir exécuté la *piqûre*, les vaisseaux, au nombre de 80, deviennent sessiles et se ramifient immédiatement.

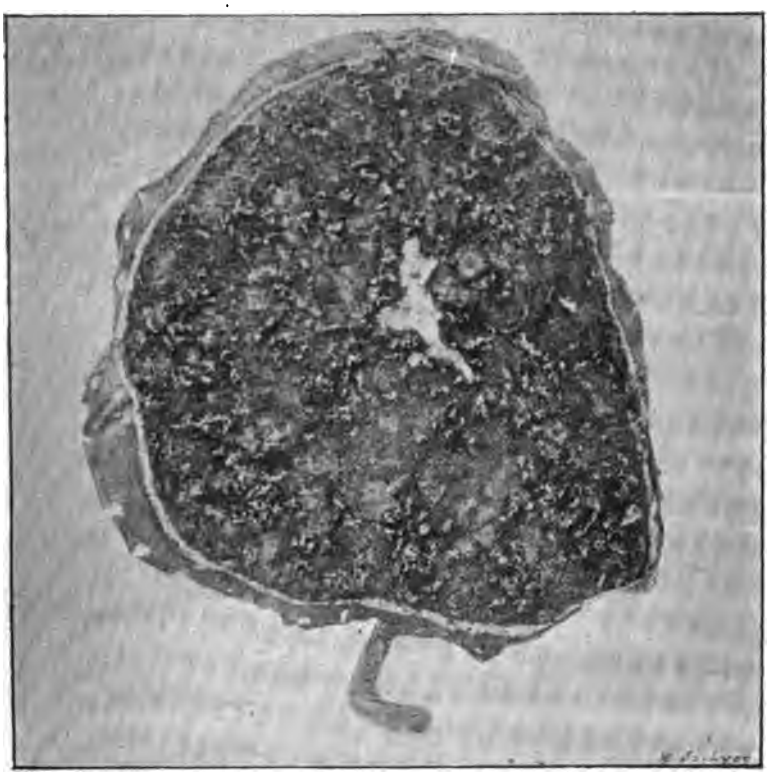


FIG. 10

Même chorion vu par la face villeuse. Sur toute la surface de la région caverneuse on voit surgir des arbrisseaux villeux solides, au nombre de quatre-vingts Le bord périphérique en offre un grand nombre. Ils sont *sessiles* et se ramifient immédiatement.

Le *sinus circulaire* est complet.

On voit un *lac thrombosique*.

Un petit *hématome* villeux se distingue à côté et à droite.

EFFETS DE LA THROMBOSE. — Elle se manifeste par des amas blanchâtres que j'appelle *Thrombus blancs*. Ils sont formés par des dépôts de fibrine que le sang maternel abandonne en circulant dans les *espaces* qui lui sont *réservés*.

On peut les rencontrer dans tous les points de l'organe (*fig. 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20*). Le sinus coronaire et la région caverneuse sont leurs lieux d'élection. Ils adhèrent aux villosités en les entourant au début; puis ils sont pénétrés par le processus *sclé-*

reux et soudent tous les éléments du placenta; alors en se rétractant, ils produisent des *déformations* du chorion et des *oblitérations vasculaires* dont la constatation est facile et qui suffisent à expliquer les lésions des *villosités fœtales*, sans recourir à l'hypothèse d'une *artérite primitive*.

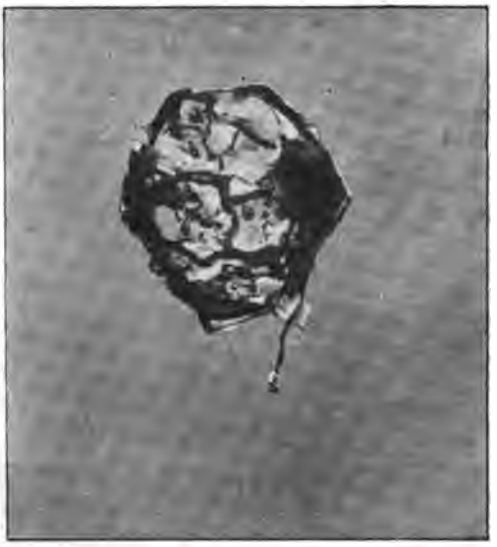


FIG. 11

Chorion de 9,5 de diamètre. Nombreux et *épais* dépôts thrombosiques. Rétraction très prononcée.

A Lyon, on les découvre dans *tous* les placentas.

Voici quels sont leurs effets multiples :

1° Le *sinus coronaire* est très-fréquemment tapissé (*fig. 16*) d'un verglas déposé par le thrombus. Son oblitération plus ou moins complète détermine la formation d'orifices supplémentaires sur la caduque et produit la rétraction du chorion.

2. Si la région caverneuse est envahie (*fig. 13*) on voit *quelquefois* des aréoles engluées d'une mince couche thrombosique et *toujours* la soudure des villosités traînantes nécrobiosées (*fig. 11, 13, 14, 15*).

3. *Lacs thrombosiques*. Ce phénomène curieux est causé par la coulée du thrombus blanc qui a soudé et stérilisé les villosités *traînantes*, tandis que le courant sanguin a soulevé les villosités *flottantes* en forme de voûte (*fig. 10, 16 et 19*).

L'épaisseur du thrombus varie beaucoup (*fig. 16*, A').

Il y a souvent plusieurs lacs communiquant ensemble, ou s'abouchant avec le sinus circulaire (*fig. 16*, A, A'', C).

Dans les déformations *très accentuées* du placenta il est rare de ne pas rencontrer des *lacs*.

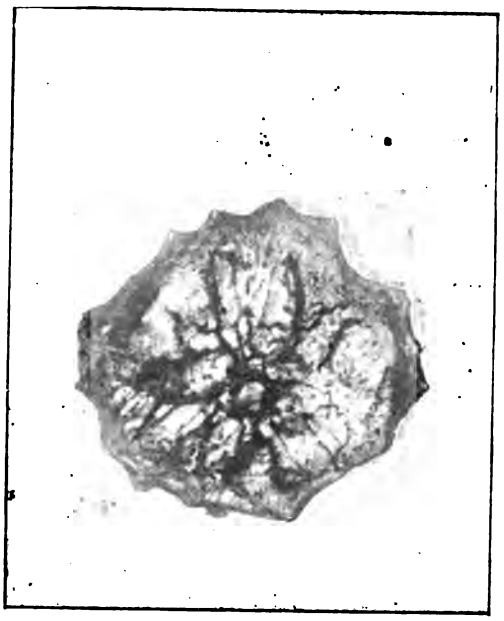


FIG. 12

Chorion de placenta thrombosé, diamètre 13 centimètres. Thrombus multiples formant un cordon périphérique crispant les villosités trainantes. *Zone marginale* très prononcée. Vu par transparence.

FIG. 13

Chorion dont la région caverneuse est enduite d'un *vernis thrombosique*, permettant la circulation. A droite, lacis de villosités trainantes soudées.

4°. *Etranglement thrombosique* de la racine des vaisseaux villeux (*fig. 19 et 20*). On observe cet incident toutes les fois qu'il y a dans le thrombus prolifération abondante d'un conjonctif solide et fortement rétractile.

Pour bien se rendre compte du mécanisme de l'*étranglement,* il faut considérer, je le répète, que sur la face fœtale du chorion (*fig. 9*) les branches artérielles croisent la veine à angle droit et la pressent, au point de creuser un sillon profond ; pour compenser cette dépression la veine opère à l'état normal une saillie ampullaire du côté des aréoles caverneuses (*fig. 20*). Mais si dans cette région la sclérose détermine la formation de brides rigides et rétractiles, la *veine,* pressée entre deux liens constricteurs, subit un rétrécissement qui entrave sa circulation, d'autant plus facilement que sa tension est normalement plus faible que celle de l'artère.

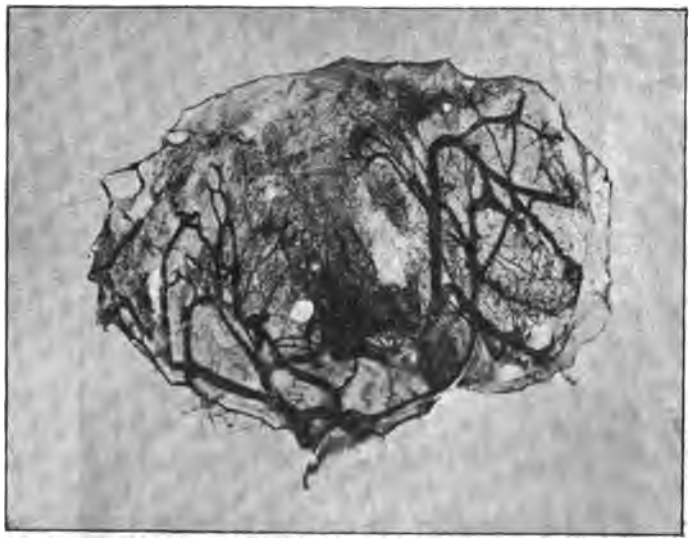


FIG. 14

Chorion injecté d'un *placenta double* pour un fœtus unique, vu par transparence. Un thrombus énorme, entre les deux groupes de vaisseaux, semble être cause de la dissociation. Villosités traînantes soudées.

La tuberculose, l'albuminurie, la syphilis surtout amènent ce résultat, dont la *première période* est une *congestion* intense des villosités et la *seconde* la *nécrobiose*.

5° La *nécrobiose* est l'état de ces groupes villeux décolorés, qui sont dépourvus de circulation fœtale et maternelle.

Elle envahit quelquefois le 1/3 de l'organe placentaire.

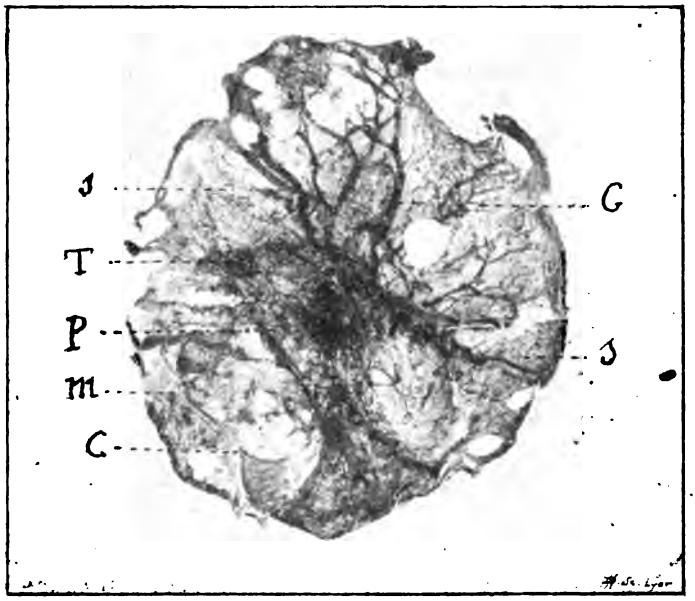


FIG. 15

Chorion de grossesse gémellaire. G grand segment d'une des cavités amniotiques. M petit segment de l'autre. P *plicature* du chorion, séparant les deux cavités. Elle est produite par la rétraction de brides thrombosiques. C cul-de-sac dans le petit segment. T thrombus lacunaire.
Nombreuses villosités trainantes soudées.

6° L'*hématome* survient dans une cavité accidentelle créée au milieu des villosités soudées par le thrombus, ou dans le cours de la grossesse ou pendant la parturition (*fig. 10 et 19*). Dans les deux cas c'est un effort de l'utérus qui a propulsé le sang maternel dans une région où le glissement des hématies est devenu difficile par suite de l'altération des cellules endothéliales et des adhérences thrombosiques.

Son mécanisme ne ressemble en rien à celui du *thrombus blanc.*

7° *Effets de la thrombose sur le chorion.* — Le thrombus altère la transparence du chorion (*fig. 7, 11, 12, 13, 14, 15*) et amoindrit toujours son étendue (*fig. 11, 12, 17 et 18*).

Les conséquences sont:

A. *Zone marginale* ((*fig. 11*). En se rétrécissant le chorion tiraille us les vaisseaux fœtaux au niveau de leur *piqûre.* Il en résulte que s périphériques se rapprochent du centre en déterminant des bords lacentaires épais, arrondis (*fig. 1*) et provoquent la formation de la *me marginale.*

Celle-ci (*fig. 11*) due à l'apport du chorion de la poche des eaux, est pourvue de vaisseaux *villeux.*

B. Le *gaufrage* et les *granulations* du chorion que tout le monde connaît, sont causés par le thrombus.

J'en dirai autant du *placenta ovale*, etc.

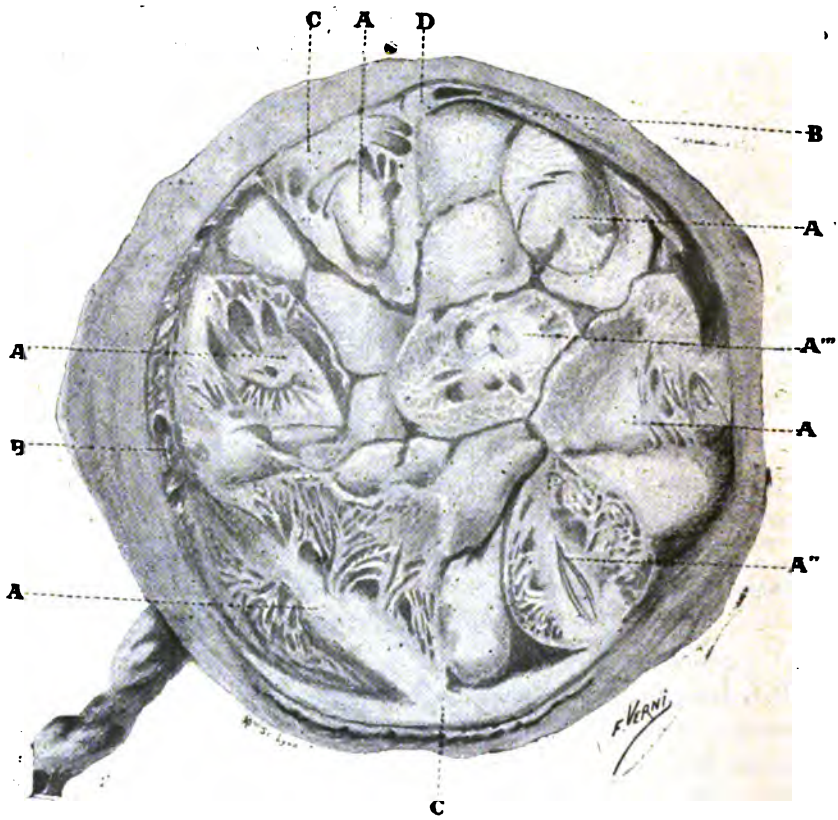


Fig. 16

Lacs thrombosiques (aquarelle d'après nature). — A lacs tapissés par un thrombus analogue à un verglas. A' *id.* avec un caillot cruorique. A'' *id.* Incision du thrombus pour montrer son épaisseur. A''' *id.* Au milieu est un petit arbre villeux. B Sinus circulaire. C Confluent d'un lac et du sinus circulaire verglassé. D Valvule fermant un segment du sinus circulaire.

C. *Dénudation placentaire.* Dans ce cas le chorion est tellement rétréci (*fig. 12, 17, 18 et 19*) que le placenta n'a pu le suivre dans son mouvement de retrait; il est alors *dénudé* à la périphérie de sa face fœtale, suivant une zone circulaire de largeur *variable*. C'est habituellement la caduque qui prend sa place; mais dans les déformations extrêmes (*fig. 17, 18 et 19*), sous cette portion de caduque déplacée,

se forme une énorme membrane thrombosique, qui se confond avec les villosités.

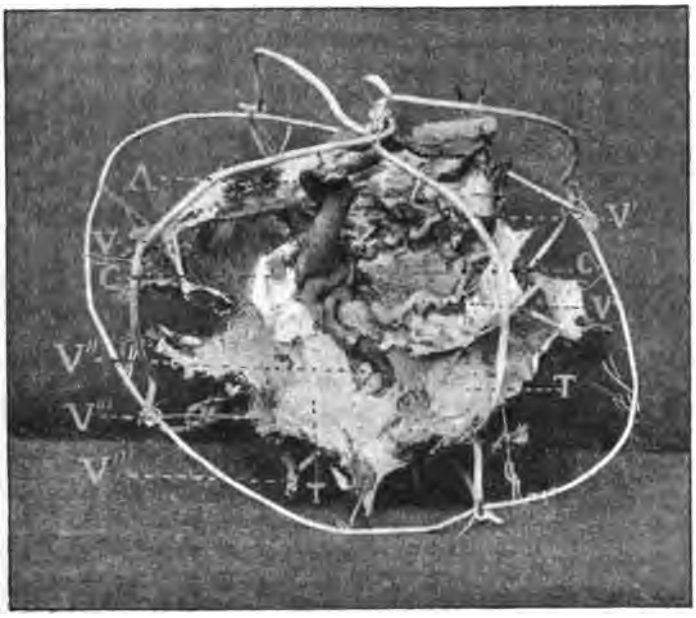


FIG. 17

Placenta dénudé. — Chorion de 4 centimètres recroquevillant fortement les vaisseaux. A Artère ombilicale. V Veine ombilicale dans le cordon. V' *id.* ayant des ramifications sinueuses dans le chorion. V'' *id.* traversant le thrombus. V''' Ayant traversé le thrombus. C Chorion resté adhérent et contenant les vaisseaux sinueux. C' Débris du chorion de la poche des eaux. T Thrombus énorme, ayant formé une membrane épaisse, continue, de 14 centimètres de diamètre. Les bords sont déchiquetés par la dessication.

D. *Placenta double pour un seul fœtus.* — Dans un cas (*fig. 14*) j'ai attribué cet incident à un volumineux thrombus intermédiaire fortement sclérosé.

E. *La plicature et un cul-de-sac* du chorion dans un cas de grossesse gemellaire (*fig. 15*) ont été évidemment produits par la rétraction spéciale des villosités traînantes crispées par la thrombose.

Le mécanisme de la *collerette* de certains chorion est le même.

En résumé, le thrombus blanc joue un rôle considérable dans les altérations placentaires. Il agit par son pouvoir rétractile, qui est d'autant plus puissant que la prolifération conjonctive a été plus abondante. Il dénature le *type primitif*, et chose plus grave, il étreint les vaisseaux et détermine la *congestion* des villosités.

Si l'*étranglement* est complet, il produit la *nécrobiose* cotylédonaire.

On voit donc que ses effets ne se bornent pas à des modifications de forme, mais qu'ils sont, de plus, susceptibles de compromettre la vie du fœtus.

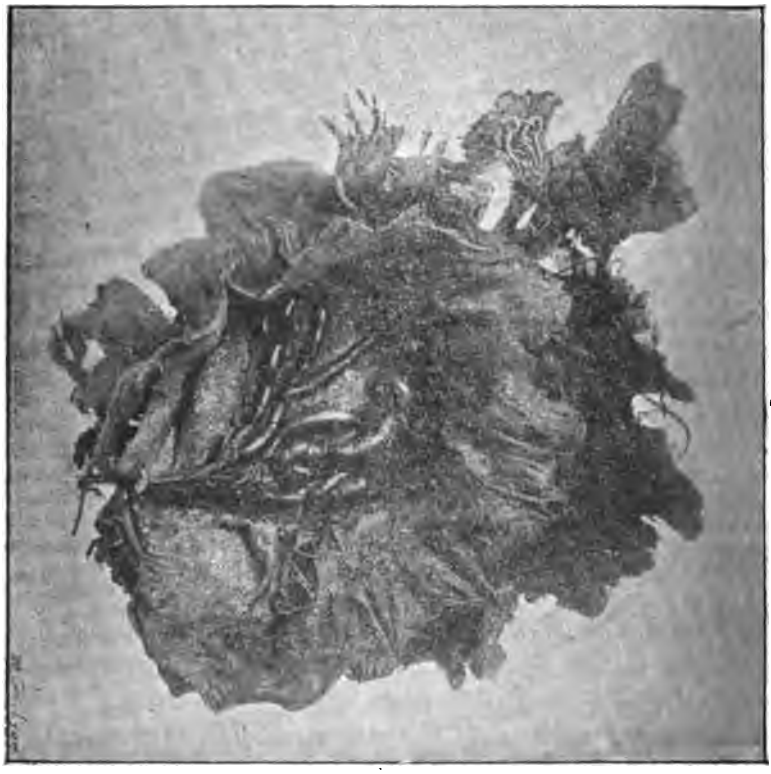


FIG. 18

Placenta dénudé. — Au milieu, le chorion rétracté de 4 centimètres de diamètre, dont les vaisseaux sont fortement recroquevillés. Ils sont entourés par le chorion retroussé de la poche amniotique formant entonnoir. Au-dessous émerge, avec bords déchiquetés, une énorme membrane thrombosique remplaçant le chorion vis-à-vis des vaisseaux qui en sortent en désordre. (V. *fig. 19*).

FIG. 19

Placenta dénudé (face villeuse de la *fig. 18*). — Les vaisseaux villeux injectés émergent de la membrane thrombosique qu'on aperçoit dans le fond. On voit également un lac thrombosique et au-dessus un petit hématome villeux.

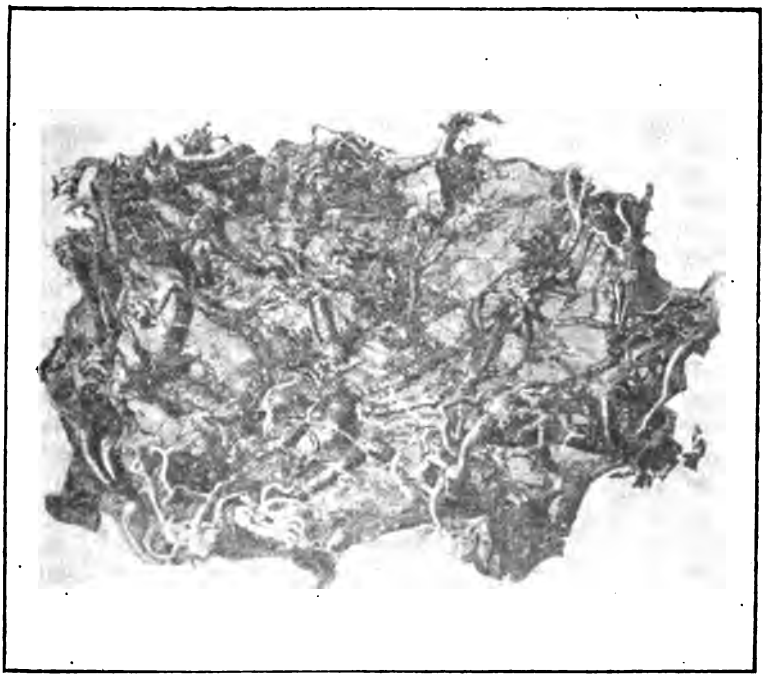


FIG. 20

Chorion et *vaisseaux villeux* d'un placenta *syphilitique*, venu au 7e mois, pesant 900 gram. On aperçoit dans la région caverneuse une multitude de brides scléreuses qui ont étranglé les ramifications de la veine ombilicale, ont provoqué une congestion intense des villosités et ont été cause du poids énorme.

M. le Dr MORIN
à Nantes

RADIOGRAPHIES RELATIVES A LA FORMATION ET A L'ACCROISSEMENT DU SYSTÈME OSSEUX

[611.71]

— Séance du 8 aout —

La série des radiographies n'est pas complète, et ne pourra être complétée qu'avec le temps.

D'abord un embryon de deux mois. On distingue avec une facilité relative les côtes, les clavicules plus foncées, une des omoplates, un dessin un peu vague de la base du crâne et des maxillaires. Sur la colonne vertébrale, on peut voir trois points d'ossification par vertèbre, deux seulement pour les cervicales ; sur les dernières dorsales ou premières lombaires, le point médian paraît se dédoubler.

Les os iliaques commencent à s'apercevoir ; sur les membres, commencement des métatarsiens et métacarpiens, ainsi que des phalanges.

La forme en sablier des os longs commence à être visible, mais moins nettement que sur une seconde radiographie.

Celle-ci représente 2 embryons, un du même âge que le précédent, l'autre d'environ 3 mois 1/2. Le premier a été malheureusement durci dans une mauvaise position.

Le second montre très nettement l'aspect déjà entrevu : sablier entouré d'un manchon cylindrique : il faut le chercher surtout sur les os longs qui ne sont pas masqués par le corps. L'os périostique au membre supérieur, l'os cartilagineux au membre inférieur, paraissent relativement plus denses. En regardant à la loupe, ou même attentivement à l'œil nu, surtout sur le genou le plus fléchi, on voit assez distinctement la collerette formée par l'os périostique dépassant l'os cartilagineux au niveau de l'encoche ; ainsi que le moule cartilagineux des deux épiphyses.

On distingue encore sur cette radiographie les métacarpiens, ayant l'aspect d'une coque osseuse ; les 3 phalanges des doigts, l'ossature de la face...

Les os iliaques deviennent bien délimités ; l'un deux pris en travers montre sa coupe. A un centimètre au-dessous d'eux, apparaît le point osseux des ischions.

Radiographie de grenouilles, pour montrer sur l'encoche d'ossification les détails spéciaux décrits sur cet animal.

Les autres radiographies sont prises sur le vivant. et sauf deux ou trois, sur le même sujet, sexe féminin, âgé actuellement de trois ans huit mois.

Fig. 1

Dans quelques-unes, l'image est double, ce qui tient à la difficulté d'obtenir l'immobilité complète pendant le temps de pose, pourtant très court.

Main 3 ans — 3 ans 7 mois.

On voit le point osseux du radius, deux os du carpe, grand os et os crochu ; points osseux à la base des trois articles des doigts. Les détails des métacarpiens se voient plus nettement sur la seconde radiographie. Sur celle-ci, les points osseux métacarpiens sont très nets : ils existent à la base du premier métacarpien, à la partie inférieure des 4 derniers.

Il y a sur le carpe deux nouveaux points osseux, ceux du trapèze et du trapézoïde, soit toute la rangée inférieure. On voit même peut-être ceux de la première rangée, mais c'est douteux.

Sur une main de 16 ans, les cartilages de conjugaison ont disparu, mais les travées osseuses ne se continuent pas encore franchement. Au niveau des points où ils ont existé, il reste une ligne de démarcation, plus nette qu'ailleurs à la base des phalanges. A remarquer sur cette photographie ainsi que sur la précédente, les détails des ongles, ce qui prouve la sensibilité extrême de la radiographie. Deux aiguilles sont simplement posées sur et sous la main. L'image plus nette de celle qui est posée dessous n'est nullement atténuée par l'ombre du métacarpien qu'elle traverse. Il en serait de même s'il s'agissait du tibia ou même du crâne.

Sur un coude de 3 ans 1 mois, la tête du radius et la tubérosité bicipitale sont vues à travers le cubitus. On ne voit pas de cartilages de conjugaison.

Le même 3 ans, 7 mois : un point osseux développé au niveau de l'épicondyle.

Une autre radiographie représente le coude en flexion.

Epaule 3 ans 5 mois. On distingue bien le cartilage de conjugaison de l'humérus. Le reste manque un peu de clarté.

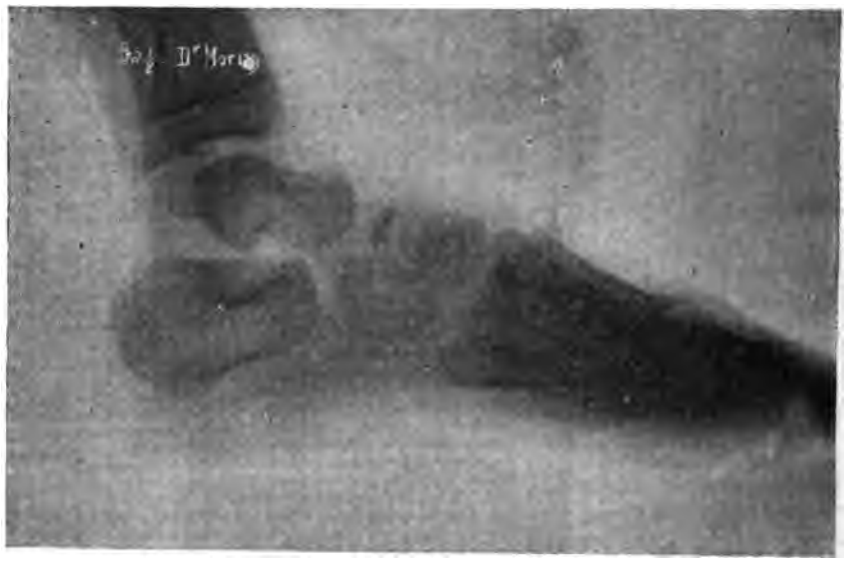


Fig. 2

Membre inférieur

Pied 3 ans, 1 mois.

On voit l'une derrière l'autre les épiphyses du tibia et du péroné, avec leurs points d'ossification, puis l'astragale, le calcaneum avec ses travées osseuses. La forme générale de ces deux os est déjà bien tranchée.

Le cuboïde ensuite est assez développé, puis les 3 cunéiformes ; c'est le scaphoïde dont l'ossification paraît le moins avancée.

Des points osseux existent à l'extrémité inférieure des métatarsiens, à l'extrémité supérieure des phalanges.

Le même pied à 3 ans 7 mois.

Sur le tarse mêmes détails, plus accentués.

Une autre radiographie a été prise, la plante du pied étant normalement appuyée sur la plaque photographique. On voit les extrémités antérieures du calcaneum et de l'astragale ; les autres os du tarse mieux dégagés l'un de l'autre que dans une autre position. A remarquer le point osseux qui existe maintenant à *la base* du 1er métatarsien, tandis qu'on ne voit plus celui qui existait à 3 ans à l'extrémité antérieure.

Genou 3 ans 1 mois. Points osseux du fémur et du tibia.

Le même 3 ans 7 mois, en flexion, mêmes points osseux. On voit en plus la rotule, qui a bien pu échapper à la première radiographie, car elle ne paraît pas non plus sur la suivante, représentant le genou dans l'extension (même âge). Par contre, le point d'ossification du péroné commence à paraître, encore bien peu accentué.

Fig. 3

A ce propos, on me permettra de faire remarquer ce fait : certains points osseux paraissent débuter par une tache large et pâle, celui du péroné par exemple ; d'autres au contraire, par un point très petit, mais noir d'emblée ; par exemple trapèze et trapézoïde. Cette différence se voit bien nettement sur le pied, entre le scaphoïde et le cuboïde, et surtout le troisième cunéiforme. Elle n'est certainement pas due à la radiographie, mais tend à indiquer une marche très différente dans l'envahissement du cartilage par le processus d'ossification.

Hanche et Bassin. Point osseux de la tête fémorale, peu accessible ordinairement, vu sur une petite fille de 2 ans 1/2 atteinte de luxation congénitale. On voit également sur cette radiographie la division des trois os du bassin au niveau de la cavité cotyloïde incomplète, et la branche descendante du pubis allant à la rencontre de la branche montante de l'ischion.

Bassin 3 ans 3 mois, sur lequel on distingue : l'excavation, qui paraît irrégulière parce qu'elle n'est pas prise dans la ligne médiane ; la pointe du sacrum est déviée pour la même raison; puis les trous obturateurs, la symphyse pubienne, large environ d'un doigt, les intervalles des derniers disques intervertébraux, la cavité cotyloïde ; rien de bien net du côté de la tête fémorale.

Le même 3 ans 7 mois.

Mêmes détails que ci-dessus, en plus un point osseux au niveau du grand trochanter.

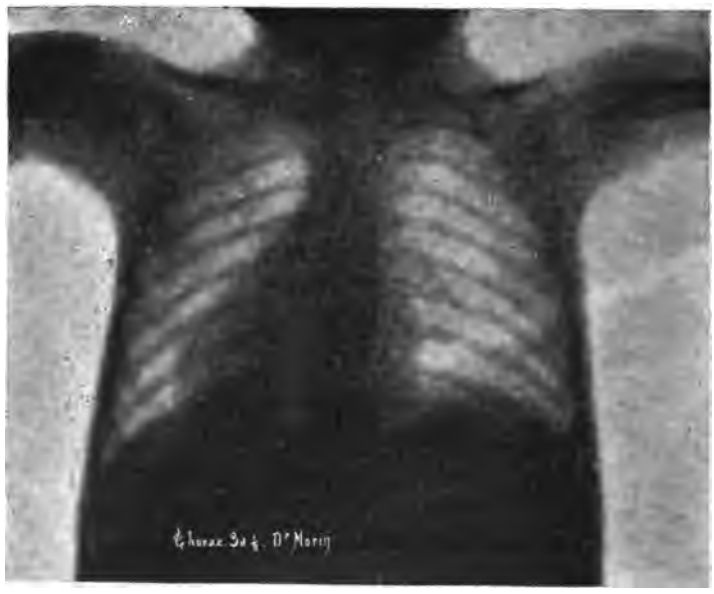


Fig. 4

Thorax 3 ans 7 mois. Sur l'épaule on voit le cartilage de conjugaison de l'humérus, la clavicule et l'omoplate en son entier, avec des portions plus sombres correspondant à l'épine ainsi qu'à l'acromion et à l'apophyse coracoïde. Sur la colonne vertébrale, on distingue les disques intervertébraux, les vertèbres avec leurs apophyses transverses ; la partie postérieure des côtes, leur partie antérieure étant rendue peu visible par les mouvements de la respiration. En haut, une étroite bande claire, très perceptible ; c'est la trachée dont on peut même voir la bifurcation, au niveau de la 3e dorsale, et un étranglement figurant le larynx, au niveau de l'avant-dernière cervicale. Enfin le cœur dont les contours sont assez tranchés dans ses deux positions. — On remarquera que la pointe du cœur est dégagée de l'ombre

du diaphragme, ce qui fait que ses battements à cet âge se voient très nettement au radioscope. Chez l'adulte, il n'en est plus de même : la zône sombre cardiaque se continue plus ou moins franchement avec la zône diaphragmatique, et les battements deviennent ainsi beaucoup moins perceptibles.

Crâne. Deux aiguilles sont posées sur la plaque. Une bande sombre presque verticale vue au-dessus du rocher, est produite par une bande de plomb de 3 millimètres de large posée sur le côté gauche de la tête, tourné vers le tube. Au-dessous, le rocher, très sombre, l'occipital, l'atlas, l'axis avec sa grande apophyse épineuse, peut-être même son apophyse odontoïde ; les deux premières cervicales ; une zône claire le long des vertèbres, qui ne peut être que le canal médullaire. Enfin, os hyoïde, maxillaires avec les dents (on distingue celles qui sont plombées), voûte palatine, fosses nasales, fosse pituitaire, etc.

Cette dernière radiographie n'a plus aucun rapport avec l'étude précédente ; elle a été montrée à propos de l'appareil dont la description va suivre.

M. le Dr MORIN
à Nantes

APPAREIL PROPRE A DÉTERMINER LA POSITION D'UN CORPS MÉTALLIQUE A L'INTÉRIEUR DU CRANE [538.56]

— Séance du 8 août —

Cet appareil serait destiné à déterminer la position du corps étranger, soit par exemple une balle de revolver, dans trois plans : le point d'intersection de ces trois plans correspondant au centre de la balle.

Ce sont : 1° Deux plans verticaux se coupant entre eux et coupant ligne antéro postérieure, à un angle *d'environ* 60°.

2° Un plan horizontal coupant la ligne d'intersection des deux premiers.

La position une fois reconnue et reportée sur le papier, un second appareil, complémentaire du premier, se réglerait sur ses données, de manière à pouvoir indiquer à l'opérateur la voie la plus courte ou la

plus facile pour atteindre la balle ; mesurant en outre à chaque moment de l'opération, la distance restant encore à franchir. Il devra donner une latitude assez étendue sous le rapport du trajet à suivre.

L'outillage spécial se composerait donc : du premier appareil ou appareil de recherches ; du second appareil, que j'appellerai *compas curviligne ;* d'un conformateur spécial dont il sera question plus loin, enfin de planche et papier à dessin, etc.

Mon appareil utiliserait la radioscopie.

Voici de quelle manière il est possible de déterminer à travers le crâne un ou plusieurs plans passant par un point donné :

Supposons deux tiges métalliques fixées entre elles de manière à faire toujours partie du même plan ; ces tiges placées de chaque côté du crâne, sont mobiles solidairement.

Il est évident que si, sur le radioscope, les ombres portées des deux tiges et du projectile cherché arrivent à se superposer, ce projectile se trouvera dans le plan, facilement connu, déterminé par ces deux tiges.

De même, en faisant varier la position de ces tiges, toujours solidaires entre elles, on pourrait déterminer une infinité de plans passant tous par le même point. Or il suffit de 3 plans pour déterminer ce point.

Pratiquement les tiges seraient remplacées par des tubes ovalisés ; cela dans le but de faciliter la manœuvre de l'appareil, en en rendant les résultats beaucoup plus précis.

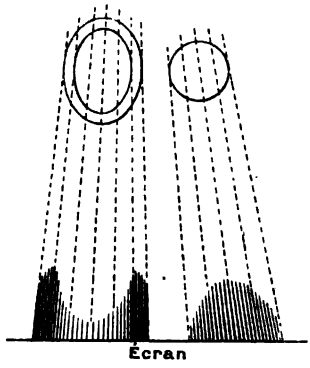


Fig. 1

Tube ovalisé et tige pleine traversée par les R-X. Hauteur des hachures, proportionnelle à l'intensité de l'ombre portée.

Je passe sur la description, trop longue, de l'appareil de recherches ; disons simplement qu'il comprendrait quatre tubes ovalisés fixés à des pièces ou compas — horizontal et vertical — ce dernier susceptible de prendre deux positions distinctes.

Quelques mots du conformateur : il aurait pour but de déterminer sur la tête du sujet une ligne horizontale passant au-dessus des sourcils — ligne 0 (zéro) — qu'on marquerait à la teinture d'iode. Le même appareil servirait ensuite à fixer sur une feuille de papier, à l'aide de perforations multiples, le contour exact du plan déterminé par cette ligne — plan 0 — représentant la section de la tête supposée sciée à ce niveau.

Recherche du projectile

Supposons la situation du projectile connue d'avance, soit en un point C, dans la partie antérieure de l'hémisphère *droit* et dans le plan du dessin (un examen antérieur en aura démontré la présence et la situation approximative). Voici dans ce cas la marche à suivre :

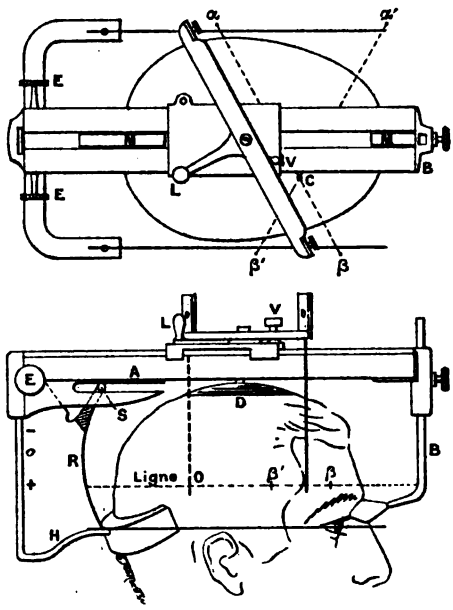


Fig. 2

Appareil de recherche

A planche en noyer.
B tige antérieure.
C position supposée du point cherché.
D Calotte en ébonite.
E E boutons commandant la tige H du compas horizontal.
L levier fixant le compas vertical.
M M mortaises.
S Axe des ressorts R.

Placer le sujet de façon à avoir devant soi sa joue *droite*, lui faire tourner la face aux trois quarts vers l'opérateur, le compas étant dans la position α β.

S'étant mis dans l'obscurité et ayant fait passer le courant dans l'ampoule, prendre le radioscope ou la lorgnette dont on a l'habitude de se servir. Un aide debout devant le malade, demeure seul chargé le la manœuvre de l'appareil.

1° plan. Il fera glisser doucement en avant le plateau, supportant

le compas vertical, jusqu'à ce que l'opérateur arrive à voir sur la même ligne, à *aligner* : le tube β — le point C — le tube α.

Serrer alors la vis de pression, marquer d'un trait de crayon l'endroit où s'est arrêté l'arrière du chariot.

2° plan. Le malade tourné aux 3/4 vers l'ampoule, fixer le compas en seconde position α' β'.

Faire avancer le chariot jusqu'à aligner comme précédemment les deux tubes et le projectile.

Serrer la vis de pression, puis relever en l'air les deux tubes désormais inutiles.

3° plan. Le malade étant placé de profil, faire monter lentement la tige du compas horizontal, jusqu'à aligner...

L'examen radioscopique est terminé.

Donner du jour. Noter d'abord le numéro, positif ou négatif, de la graduation du compas horizontal. Marquer sur la peau les quatre points d'intersection des tubes avec la ligne 0 ; ce sont ces points, du moins deux d'entre eux, soit ββ', qui serviront de repères pour l'opération. Du reste, si leur position est jugée incommode, il sera toujours facile de la changer dans une large mesure.

On comprend aisément comment le point C sera ensuite déterminé sur le papier. J'arrive au *compas curviligne*.

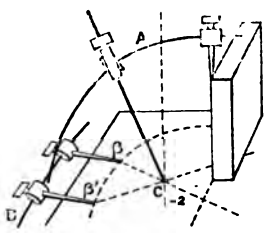


Fig. 3

Compas curviligne destiné à retrouver pendant l'opération la position du projectile.

Celui-ci se compose de deux tiges métalliques d'une courbure déterminée, perpendiculaires entre elles ; divers curseurs munis de vis de pression, sont mobiles le long de ces deux tiges.

Sur la tige horizontale, deux curseurs à pointe mousse, destinés à s'appliquer sur les points de repère.

Sur la ligne verticale, un premier curseur semblable, venant s'appliquer perpendiculairement au sommet du crâne, au niveau du sinus longitudinal — ou sur une planche posée debout sur la ligne antéro-postérieure du dessin, l'épaisseur de cette planche représentant la hauteur comprise entre le sommet du crâne et la ligne 0 : hauteur connue, puisqu'elle est égale à la longueur des fiches du conformateur, diminuée des diverses épaisseurs de l'appareil de recherches.

Un second curseur est monté en deux pièces mobiles l'une sur l'autre. afin que la tige qui y coulisse puisse prendre n'importe quelle inclinaison ; cette tige est limitée dans sa course en bas ; il suffirait

pour cela de lui faire traverser un bouchon de caoutchouc un peu serré (sur la *fig. 2*, elle devrait être prolongée un peu en haut).

Dans quelques cas, il pourrait être utile d'avoir d'avoir un 3e curseur monté comme le précédent, mais à tige graduée et fixée par une vis de pression.

Trois données :

La balle est dans le plan 0 (plan du dessin).

Elle est au-dessus du plan 0.

Elle est au-dessous du plan 0.

Dans cette dernière donnée: le plan d'application du trépan devra se trouver au-dessus de 0 — au niveau ou au-dessous de 0.

Plan 0. Régler la distance des curseurs horizontaux de manière à faire coïncider leurs pointes avec les points de repère $\beta\beta'$.

Fixer le 1er curseur de la tige verticale de façon qu'il vienne s'appuyer sur le bord de la planche posée debout, donc sur le sinus longitudinal. Faire ensuite glisser le 2e curseur, incliner sa tige de la façon qu'on voudra, la pointe coïncidant toujours avec le point C; sitôt qu'on a obtenu l'inclinaison désirée, faire descendre à fond le bouchon de caoutchouc, limitant la course en bas.

Le point C étant donné, on voit que le trajet peut être quelconque, sur la ligne verticale. Même latitude existe dans le sens horizontal.

Au-dessus de 0. Le plus simple dans ce cas serait de se servir d'une équerre de dessinateur tenue verticalement par un moyen quelconque le grand côté de l'angle droit appliqué sur le papier. Des lignes de longueur connue seraient tracées parallèles au petit côté, donc verticales au plan du dessin.

Si la graduation relevée sur le compas horizontal égale par exemple + 5, faire coïncider C avec la base de la ligne 5 ; le sommet de cette ligne sur l'hypothénuse sera le centre du projectile.

Au-dessous de 0. Supposons le numéro de cette graduation = — 2 c'est-à-dire 2 centimètres au-dessous du plan du dessin ; c'est dans ce cas, moins probable, que le 3e curseur serait nécessaire. Quelques précautions spéciales seraient à prendre dans ce cas.

Conclusion

En somme, l'appareil ainsi compris aurait, comme tout autre, des inconvénients et des avantages.

Un inconvénient résulte de la fatigue provoquée par l'emploi du radioscope ; il faut avoir une certaine habitude de ce genre d'examen[1].

1. Cela était écrit avant la découverte de l'interrupteur électrolytique ; cet inconvénient serait dès maintenant supprimé.

Il est vrai aussi qu'on évite toute manipulation photographique, toujours assez délicate dans ce cas.

Un autre, peut être plus sérieux, provient de la difficulté qu'on peut éprouver à apercevoir, à travers un crâne trop épais, le tube situé du côté de l'ampoule. Cet inconvénient est toutefois fortement atténué par ces deux faits : diminution d'intensité, au moment de l'alignement, de l'ombre du tube le plus rapproché — possibilité d'aligner *toujours* à travers les parties transparentes de l'appareil : bois, ébonite.

Les avantages seraient : d'abord simplicité réelle, malgré la complexité apparente.

Facilité d'emploi d'une ampoule quelconque.

Enfin un avantage qui me semble énorme, c'est la vérification et le réglage toujours possibles, *même en cours d'opération*, du compas curviligne sur un dessin, c'est-à-dire sur un objet *indéréglable* et immuable, aussi longtemps qu'on veut bien le conserver intact.

M. le Dr SAQUET

à Nantes

DE LA TRÉPIDATION MÉCANIQUE LOCALE OU VIBRATION

— Séance du 8 août —

Cette opération de la gymnastique suédoise peut s'obtenir avec la main ou des machines.

L'effet est regardé par les thérapeutes suédois comme calmant, nous y reviendrons.

Nous avons tenté quelques expériences pour en éclairer l'action physiologique d'une façon nouvelle. Nous nous sommes servi du vibrateur suédois de Liedbeck, auquel nous avons adapté un mouvement de pédale. Ce vibrateur produit environ 2.000 vibrations à la minute, de cette façon.

La durée d'application est en moyenne de 30 secondes.

1re Expérience. — On met au milieu d'un plateau en fer-blanc une poudre quelconque en tas et on applique le contact du vibrateur en marche au-dessous du plateau. On voit immédiatement le mulon

s'affaisser et la poudre s'étaler sur toute la surface du plateau en quelques secondes.

C'est un effet mécanique de *centrifugation*.

2me Expérience. — Je prends avec un thermomètre[1] à cuvette plate, la température de la face antérieure de la cuisse gauche d'un sujet et je laisse le thermomètre en place; il monte à peine à 34°6. Après 30 secondes de vibrations sur l'autre cuisse, j'applique le thermomètre sur l'endroit vibré. En quelques secondes la colonne mercurielle monte à 35°6; la peau est rouge et reste chaude plus de cinq minutes.

La trépidation avec le Liedbeck a donc une action calorifique remarquable.

J'ai observé cette action des milliers de fois depuis cinq ans. Les patients d'ailleurs me la signalaient eux-mêmes; cependant il y a des nuances. Certains malades éprouvent moins de sensation calorifique que d'autres. La main qui tient le manche du vibrateur se refroidit au contraire, c'est un effet de vibration générale (Lagrange).

Le Dr Kellgren qui a écrit un traité sur les procédés vibratoires de son frère fait plutôt ressortir l'effet antithermique de vibrations sur les nerfs dans les fièvres. Mais Kellgren n'emploie que la vibration manuelle qui ne dépasse guère 200 vibrations par minute.

Nous croyons cette fréquence trop petite pour déterminer une élévation de température.

Le vibrateur local de Zander (1867)? ne donne pas plus de 300 secousses à la minute.

Bourcart, de Genève, comme Liedbeck, d'ailleurs, actionne l'instrument par un moteur électrique, mais Bourcart lui a fait donner le premier 15,000 vibrations à la minute. Je n'ai pu essayer cette vitesse.

Je suis persuadé que la trépidation générale avec la machine de Zander ou le fauteuil de Charcot (1882) aussi bien qu'avec le chemin de fer, a une action sur la température générale du corps, mais je ne connais pas d'expériences à ce sujet.

Tous les gymnastes suédois connaissent l'action *analgésique* des trépidations locales; si je me permets d'y insister, c'est que cette manipulation est peu connue en France.

L'action est quelquefois immédiate et durable, comme dans le lumbago musculaire; le lumbago articulaire est plus résistant, le torticolis humatismal, le rhumatisme musculaire, la migraine, la gastralgie. Une séance suffit souvent pour les dissiper.

1. Ici je dois remercier mon excellent ami le Dr Alkaire qui m'a conseillé ce mode d'opérer.

Dans les névralgies on obtient une sédation momentanée incomplète qui s'additionne chaque jour et finit par avoir raison du mal en trois à six semaines en moyenne, alors même que la névralgie (purement rhumatismale, bien entendu) remonte à des années.

Dans ces cas, la vibration doit être associée aux autres manipulations du massage qui renforcent son action.

Car de même que l'opium ne saurait remplacer la totalité des sédatifs chimiques ou végétaux, de même la vibration n'est pas le seul procédé calmant de la massothérapie. Il ne faut pas d'exagération.

J'ai été frappé de l'action décontracturante de la vibration de tout un membre à la fois, faite quelques secondes, 5 à 10

J'ai vu des améliorations rapides et durables obtenues en quelques semaines dans les hémiplégies avec contracture et la maladie de Little.

Un sujet de 20 ans, atteint d'hémiplégie spasmodique infantile, avait le poignet droit tombant, ne pouvait ouvrir la main contracturée et n'exerçait aucune pression au dynamomètre; il écrivait de la main gauche. Contracture de la jambe droite avec pied bot spasmodique.

Au bout d'un mois le sujet pouvait faire l'extension des doigts et du poignet, mais sans pouvoir dépasser une ligne parallèle à l'avant bras ; il donnait 4 kilos au dynamomètre, force suffisante pour couper du pain.

Dans les cas de contracture, j'ai toujours obtenu une amélioration plus ou moins grande, selon le degré de la lésion.

Dans le rhumatisme chronique on obtient souvent des assouplissements d'articulation étonnants, alors qu'on croyait à de l'ankylose. Ce n'était qu'un spasme rigide.

Dans la maladie de Parkinson, la trépidation locale m'a donné dans trois cas des améliorations remarquables par leur rapidité, mais sur la contracture seule. Voici une observation où la trépidation générale avait échoué :

Ancien boulanger de 50 ans, à Chantenay, atteint depuis quelques années, est obligé de venir en tramway et de s'en retourner de même. Force : 6 kilos à main droite, avant la séance, 12 kilos ensuite. Après quatre séances avait gagné en souplesse et en force, venait en tramway et s'en retournait à pied, trois kilomètres environ. Main 16 kilos avant la séance, après vibration du bras même chose; mais après vibrations avec le Liedbeck sur la colonne vertébrale, la main donne 24 kilos, le malade se redresse, se trouve assoupli de partout et marche de plus en plus facilement.

Je dois avouer que dans trois autres cas je n'ai absolument rien obtenu.

Dans les maladies du ventre la trépidation est très calmante : coliques, dyspepsie, maladies des femmes. Pour le ventre et chez les Français la vibration manuelle est supérieure presque toujours à la trépidation instrumentale qui est généralement trop rude.

J'ai eu l'idée d'essayer les trépidations pour diminuer la virulence des microbes en culture, les expériences sont en cours, je n'en puis donner les résultats pour le moment, ce sera l'objet d'un autre travail.

Je ne ferai qu'indiquer l'action vasomotrice, cardiovasculaire et sécrétoire sur les glandes signalée par différents auteurs sur la vibration, ce qui m'entraînerait trop loin.

Bibliographie

Ling. *Œuvres*. Stockholm, 1834.

Th. Brandt. *Nouvelle Méthode gymnastique*, 1868.

Henrik Kellgren a employé sa méthode vibratoire vers 1860; son frère, Dr Arvid, n'a publié qu'en 1888 *Sanitatsbericht*. Wien.

Nebel. *Bewegungskur*. Wiesbaden, 1889.

Hasebrœk. *Die Erschütterungen*. Hamburg, 1890.

Maklakof. *Massage vibratoire des Yeux* (*Arch. d'Opht.* 1892).

Stapfer. *Rapport au Ministre*, 1892. *Kinésithérapie gynécologique*, 1897.

Bourcart. *Ann. gynéc.*, 1895, et traduction française de Wide, *Traité gymnastique*, 1898, Genève.

Colombo (de Turin). *Soc. Biol.*, janvier 1894.

M. le Dr VIAUD-GRAND-MARAIS

Professeur à l'Ecole de Médecine de Nantes

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE MÉDICALE DU TEICHOMYSA FUSCA, MACQUART [616.57]

— *Séance du 8 août* —

Essayer par quelques fleurs, même de rhétorique, de voiler ce que cette note a de trop cru serait perdre sa peine.

Le sujet ne se prend qu'avec des pinces, tant à l'état de larve que le pupe et d'insecte parfait. Quand on veut le saisir, il se cramponne

aux parois souillées sur lesquelles il vit, manifestant de cette façon le déplaisir qu'il a d'en être séparé ; *trahit sua quemque voluptas.*

Est-ce une raison pour délaisser son étude ? Non, il n'est pas permis au médecin de négliger ce qui peut l'aider à guérir ou même à rassurer ceux qui mettent leur confiance en lui.

Dans le cours d'une pratique médicale de plus de quarante années, j'ai été souvent consulté au sujet de bizarres animaux qu'on me disait avoir été rendus par les urines ou par les selles. Il s'agissait toujours de la même bestiole représentée plus loin.

Je répondais que l'animal était une larve de muscide vivant dans l'urine et non dans le corps humain ; que je la connaissais depuis longtemps, sans avoir pu en déterminer l'espèce. Cette affirmation rassurait le prétendu *parasité* et faisait disparaître toute espèce d'accident.

Mon regretté collègue à l'Ecole de Médecine, le professeur Trastour, m'adressa peu de temps avant sa mort la même larve. Un de ses malades la remarquait en abondance dans la cuvette des lieux, quand il venait de la quitter. Ceci le troublait au point qu'il en avait la colique de peur et que sa santé s'altérait.

Je fis la même réponse. Trastour, par excès de conscience et pour agir sur le moral de son client, lui administra un antihelminthique, de l'essence de térébenthine, si j'ai bonne mémoire. Il était d'autant mieux inspiré que l'effet de cette substance se fait sentir à la fois sur la vessie et l'intestin. Le malade, n'ayant plus aperçu de vers, se considéra comme guéri. L'odeur de la térébenthine les avait éloignés de la cuvette.

Le Dr Saquet, vient de m'envoyer, dans une petite bouteille d'eau, des larves encore assez actives. Elles redressent tant qu'elles le peuvent une de leurs extrémités sans pouvoir atteindre le niveau supérieur du liquide.

Elles proviennent, les unes des urines d'une fille d'une vingtaine d'années ; les autres, de celles d'un enfant de dix ans.

Les deux sujets ont présenté une légère irritation de la muqueuse, mais sans trace de parasites ; elle aurait probablement passé inaperçue, si l'un et l'autre n'avaient remarqué l'étrange bête dans la cuvette des lieux.

A la vue de ce petit animal offrant son extrémité caudale bifurquée et le corps recouvert de spinules, le Dr Fern. Camus, qui se trouvait chez moi, reconnut de suite la larve du *Teichomyza fusca.*

La jeune fille, habituellement constipée, restait longtemps sur le siège. Elle nous raconta que, depuis quelques jours, elle avait observé

dans la cuvette, après la miction, un grand nombre de ces animaux. Ne les ayant pas remarqués avant, elle concluait qu'elle les avait rendus et était très effrayée.

Je lui dis qu'il s'agissait, non d'un ver vivant dans l'intérieur du corps, mais d'une larve se cachant entre le siège et la cuvette et apparaissant dans celle-ci quand elle renfermait de l'urine[1]. Camus lui ayant fait la même affirmation, elle nous quitta rassurée et complètement guérie.

S'éterniser dans les lieux sous prétexte de constipation et les transformer en cabinet de lecture est une erreur contre l'hygiène, les larves de *Teichomyza* et d'autres plus dégoutantes, celles de l'*Erystalis tenax* Fab. pouvant venir se promener sur la peau[2].

En 1839, Macquart, dans son *Histoire des Diptères*, T. II, décrivit le *Teichomyza fusca* et lui donna son nom (de τειχος mur, μυια mouche).

Robineau-Desvoidy réclama la priorité pour celui de *Scatella urinaria*, créé par lui en 1827 et plus en rapport avec les mœurs de l'animal, qui ne s'attaque pas au mortier des murs[3].

Davaine, en 1851, dessina la larve, mais sans savoir à quel insecte elle appartenait[4].

Au professeur Laboulbène revient l'honneur d'avoir découvert la pupe et d'avoir suivi les métamorphoses de l'animal[5].

La *Mouche des urinoirs* se montre par centaines dans les villes, aux angles des murs salis par l'urine humaine et les couvre des tâches noirâtres de ses déjections. Quand on la laisse se développer dans les cabinets, elle envahit tout l'appartement.

Un peu plus longue que la mouche domestique (5 à 6 millim.), elle s'en distingue par ses larges ailes brunâtres.

La larve de 10 à 12 millimètres est acéphale, atténuée en avant, bifurquée en arrière et de couleur grise. Ses mouvements de reptation

1. La larve du *Teichomyza* se tient aussi dans les conduits des lieux, où elle va se changer en pupe.

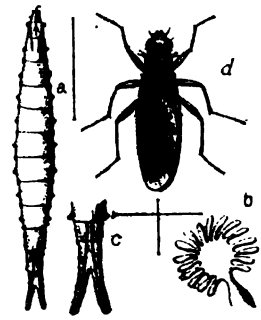
2. Vulgairement *Ver à queue de rat, petite souris*. Ces larves, trop communes dans certains cabinets de la campagne, s'écartent assez loin de leur naissance, pour chercher un endroit sec, et s'y transformer en pupe. On les rencontre sur le siège, sur le plancher, le long des murs, sur les vêtements, laissant partout des traces ignobles de leur passage. L'Erystale à l'état parfait est un diptère un peu plus gros qu'une abeille et butinant sur les fleurs, jusqu'au moment de sa ponte, époque où il envahit de nouveau les cabinets.

3. Annales de la Soc. entom. de France, 2e série, T. VII, 1849.

4. *Larves de diptères rendues par les selles*. Comp. rend. de la Soc. de Biologie, T. III, 1851 et T. IV, 1852.

5. *Histoire des métamorphoses du* Teichomyza fusca, *Macquart*. Ann. de la Soc. entom. de France, *1867, p. 33 et suivantes*.

sur des plans imbibés d'urine sont assez lents. Elle nage avec un peu plus d'agilité dans l'eau, où elle ne paraît pas vivre longtemps.



La figure ci-contre est empruntée à Laboulbène, avec son autorisation. Je renvoie pour la description de l'animal à son remarquable travail et à la thèse du Dr G. Pruvot (*Contributions à l'étude des larves des diptères trouvées dans le corps humain.* Paris, 1882)[1].

Le *Teichomyza*, à l'état larvaire, peut-il vivre en parasite sur l'homme, ou ne le rencontre-t-on que dans les urines ?

Laboulbène est de la première opinion. Davaine, après l'avoir partagée, est de la seconde et considère la larve à queue bifide comme vivant exclusivement dans l'urine et en dehors du corps.

Dans les nombreux cas, où cette larve lui a été présentée comme un nématoïde inconnu, il lui a été facile de reconnaître la cause d'erreur. Les individus atteints de coliques ou de diarrhée ne s'étaient pas assurés de l'état des récipients avant de s'en servir et n'avaient observé qu'après coup la présence des prétendus vers. L'usage d'un vase parfaitement lavé et tenu en dehors des cabinets leur a permis de constater que les larves ne provenaient pas de leurs déjections. Elles apparaissaient au contraire dans la cuvette quand celle-ci renfermait de l'urine. Cette constatation suffisait pour les guérir radicalement.

Mon opinion est celle de Davaine. Dans tous les cas pour lesquels j'ai été consulté, les larves se trouvaient, non dans les fèces, mais dans l'urine. Elles ne m'ont jamais été signalées que dans des lieux dont la soupape fonctionnait mal, ou dont la cuve n'était pas hermétiquement jointe au siège. Elles apparaissaient dans celle-ci quand elle était arrosée d'urine et d'autant plus nombreuses que ce liquide y séjournait plus longtemps.

Ces larves peuvent-elles ramper sur la peau jusqu'aux muqueuses, si celles-ci restent humides ? La chose est possible. Elles pourraient alors les irriter. Des lavages soit à l'eau de Pagliari, soit à la liqueur de Van Swieten seraient alors indiqués.

1. Explication de la figure : **a** *Larve grossie 3 fois.* **b** *Un stigmate antérieur.* **c** *Extrémité postérieure, tous les deux plus fortement grossis.* **d** *Insecte parfait grossi 2 fois 1/2.* Au sommet de chacune des bifurcations caudales s'ouvre un stigmate muni d'une couronne d'épines recourbées. Ils ont été décrits avec le plus grand soin par Pruvot. La larve les redresse et les tient au-dessus de la couche de liquide pour respirer.

Les conclusions de Pruvot sont tout autres au point de vue du parasitisme. Ayant administré à un cobaye et à des grenouilles à jeun des larves vivantes, il les a retrouvées dans l'intestin au bout de 48 heures. L'épreuve a été négative sur un rat; chez un autre, six larves seulement se montrèrent actives après 28 heures.

Ces expériences, parfaitement instituées, ont une valeur réelle, mais l'homme ne se trouve pas dans les conditions des sujets de Pruvot. Il n'a pas l'occasion d'avaler des larves ou des œufs de *Teichomyza*.

Je persiste donc à considérer le *Teichomyza* comme naissant et se développant exclusivement dans l'urine et en dehors de la vessie.

Sa présence dans les excrétions intestinales de l'homme, fût-elle réellement constatée, constituerait une rarissime exception. Jusqu'ici je n'y crois pas.

Comme on le voit par ce qui précède, le sujet n'est pas nouveau, et ce travail doit être considéré comme une vulgarisation de celui de Laboulbène, déjà ancien, et un rappel de la thèse de Pruvot.

Il m'a paru toutefois avoir sa raison d'être; un très grand nombre de médecins ne connaissant pas la larve figurée ci-contre et encore moins ses mœurs, il leur permettra de guérir par une simple affirmation, des clients sur lesquels ils auraient été tentés de multiplier, sans profit, l'emploi des purgatifs et des antihelminthiques.

Comment débarrasser les cabinets de cette hideuse bête? Grâce à son enveloppe chitineuse, elle résiste, d'après Pruvot, pendant des jours à la potasse caustique, l'alun, l'alcool; des heures à l'acide acétique, et même à l'acide azotique étendu d'eau, qui l'un et l'autre altèrent les soupapes. Elle est, au contraire, tuée en quelques minutes par l'essence de térébenthine et par l'éther agissant sur ses stigmates. En pratique, c'est à la première de ces substances qu'il faut recourir.

Pour l'insecte parfait, qu'il est si difficile d'atteindre quand il s'est répandu dans les appartements, il doit être combattu dans les cabinets. Leurs ouvertures étant hermétiquement fermées, on y fait brûler, chaque matin, avant de relever le couvercle et de faire jouer la soupape, une ou deux feuilles de papier nitré. Cela suffit pour asphyxier les mouches : un lavage à grande eau les entraîne au loin.

MM. le Dr RAPPIN
Professeur à l'Ecole de Médecine
et SABOT
Préparateur du Laboratoire de Bactériologie, à Nantes

ÉTUDE SUR LA FLORE MICROBIENNE DE LA CAVITÉ BUCCALE DU CHIEN A L'ÉTAT NORMAL [614-41]

— *Séance du 10 août* —

En présentant aujourd'hui ce travail, nous avons surtout pour but d'établir seulement quelques observations préliminaires pour l'étude d'un sujet très important : l'étiologie de la rage.

Nous avons été amenés en quelque sorte naturellement à cette étude par la suite des travaux que l'un de nous a produits depuis longtemps sur le milieu buccal, soit chez l'homme soit chez quelques espèces animales et en particulier chez le chien lui-même où quelques espèces microbiennes ont déjà été décrites par lui[1].

Malgré les travaux considérables qui ont été amassés sur ce sujet et à la tête desquels se place naturellement ceux de Pasteur, on est frappé de voir que tous les efforts qui se sont succédés en vue de la découverte de l'agent de la rage sont demeurés vains et que jusqu'ici, malgré les résultats obtenus même dans le traitement de cette maladie terrible, le microbe qui probablement lui donne naissance est demeuré inconnu.

La rage, maladie virulente, contagieuse et inoculable relève évidemment d'un germe spécial se transmettant par l'intermédiaire de la bave de l'animal enragé soit par simple dépôt à la surface d'une érosion de la peau, soit le plus souvent par morsure. La notion de la spontanéité de la rage est, comme l'on sait, à peu près entièrement rejetée.

1. Rappin, thèse de Paris. — 1881 « Les Bactéries de la Bouche » et Société de Biologie janvier 1881. — « Sur un spirochæte particulier de la cavité buccale du chien ».

De plus, l'expérience de chaque jour montre que le virus de cette maladie se trouve certainement dans la salive et les expériences de Paul Bert, démontrant l'innocuité de ce milieu, à la suite de la filtration sur plâtre, prouvent que cet agent est un corps figuré.

On sait enfin que si l'on recueille au moyen de fistules, chez le chien enragé, les salives parotidiennes, submaxillaires ou sublinguales ces diverses salives se montrent toujours indifférentes (P. Bert).

On est donc conduit ainsi et tout naturellement à penser que l'agent de la rage est un organisme et que cet organisme existe dans la cavité buccale du chien enragé. Par conséquent et en observant la suite même de ce raisonnement, dans l'étude de l'étiologie de cette maladie et dans la recherche de l'agent figuré qui lui donne naissance, il convient ainsi que l'un de nous l'a fait remarquer en 1893, d'observer l'ordre naturel qui doit en quelque sorte procéder à cette recherche et d'après lequel il y a lieu d'abord d'étudier d'une façon méthodique et attentive les germes normaux qui habitent le plus habituellement la cavité buccale du chien et de fixer autant que possible les espèces qui s'y rencontrent au moins le plus ordinairement de façon à pouvoir déterminer ensuite celles que l'on n'y trouve pour ainsi dire qu'accidentellement et ensuite de rechercher les espèces que l'on est susceptible de trouver dans la cavité buccale du chien atteint de rage.

Bien que longue et ardue, cette marche dans la recherche a cependant l'avantage de pouvoir être considérée comme véritablement méthodique et rationnelle.

Il convient toutefois de remarquer que même parmi les hôtes normaux ainsi rencontrés, il ne faudrait pas se hâter de rejeter certaines espèces qui, considérées comme indifférentes, pourraient cependant jouer un rôle important au point de vue de cette pathogénie spéciale.

Ne savons-nous pas, en effet, que c'est parmi les germes normaux de la bouche de l'homme, que Pasteur a trouvé le germe qui devait être reconnu plus tard comme l'agent de la pneumonie, et que ce germe vivant en saprophyte dans la cavité buccale, peut sous des influences multiples et dans des conditions déterminées, acquérir ou récupérer une virulence qui suffit à le rendre immédiatement pathogène.

Nous pensons donc aussi que dans l'étude de ce problème si important, cette donnée ne doit pas être oubliée et qu'envisagée sous ce jour, la rage peut avoir jusqu'à un certain point, un caractère relatif de spontanéité.

Ainsi se pose donc et au moins en partie le problème.

Mais il est un point sur lequel nous désirons plus particulièrement attirer l'attention et qui dans nos travaux nous servira de guide.

Dans cette recherche il ne suffit pas, en effet, de se borner à étudier la flore buccale du chien en s'en tenant aux espèces aérobies que l'on est susceptible de rencontrer dans ce point et l'on doit soupçonner au contraire que la rage peut fort bien procéder de l'inoculation d'une espèce anaérobie. Cette hypothèse n'a rien que de très admissible.

La comparaison attentive de la marche clinique de la rage, soit chez l'homme ou les animaux, avec celle par exemple du tétanos n'est pas sans éveiller dans l'esprit certaines analogies bien faites pour attirer l'attention.

Ainsi, pour ne citer qu'un point, tiré précisément de la microbiologie, n'est-il pas frappant que les espèces aérobies isolées jusqu'ici chez l'homme ou chez les animaux ayant succombé à la rage, se soient montrées indifférentes au point de vue de la reproduction de la maladie, et cela même entre les mains des plus habiles expérimentateurs. Cette lacune dans la microbiologie de la rage, dont la marche clinique suit entérieurement le tableau d'une intoxication, n'est-elle pas à rapprocher de celle qui existait pour le tétanos, jusqu'au jour où Nicolaïer et surtout Kitasato vinrent nous faire connaître l'espèce anaérobie, cause de l'intoxication tétanique.

Il est donc tout indiqué de rechercher également le germe de la rage, non pas seulement dans le sang, dans les organes ou même dans le système nerveux central ou périphérique, comme on l'a fait jusqu'ici, mais bien encore dans la plaie de la morsure où la dent l'a déposé et où il peut demeurer cantonné même en très petit nombre en y sécrétant ses toxines qui diffusent ensuite dans tout l'organisme à la façon des toxines du germe de Nicolaïer.

Il est d'autant plus rationnel de penser que c'est dans ce sens qu'il faut chercher que les plaies qui passent communément pour être le plus facilement le point de départ de la rage sont précisément les plus profondes se rapprochant ainsi par ce caractère de la plaie tétanigène.

Nous pensons donc que cette idée de l'anaérobiose de l'agent de la rage doit être surtout présente à notre esprit.

Le plan de notre travail se présente donc d'une façon très nette :

Dans une première partie, nous étudions la flore microbienne de la cavité buccale du chien à l'état normal, en notant, dans le plus grand nombre de cas possibles, les espèces aérobies ou anaérobies que l'on y rencontre le plus ordinairement ;

Dans une seconde partie nous étudions les germes aérobies et anaérobies de la cavité buccale chez le chien atteint de rage.

Enfin, lorsque les circonstances nous le permettront, les germes

aérobies et surtout les anaérobies que la dent du chien enragé aura pu déposer dans les plaies de la morsure.

I

Les premières recherches que nous avons faites chez le chien à l'état de santé ont porté sur le tartre dentaire et sur la salive.

Ce qui frappe d'abord dans ces premiers pas, c'est la pauvreté relative de ces espèces microbiennes. Même chez les chiens recueillis à la fourrière municipale parmi lesquels se trouve, le plus souvent, un grand nombre d'animaux errants ou abandonnés la dent et la langue restent propres et l'on a de la peine à récolter une très petite quantité de tartre même au collet des dents ou un peu d'enduit sur la langue.

L'examen bactériologique des produits ainsi obtenus chez plusieurs chiens, pratiqué soit directement au moyen des préparations, soit par les cultures nous a permis d'y rencontrer jusqu'ici environ une douzaine d'espèces microbiennes aérobies tout au plus.

Nous les énumérons ici seulement rapidement: De longs filaments semblables à ceux du Leptothrix buccalis de la bouche humaine, mais n'atteignant jamais les mêmes dimensions;

Un Bacille de forme analogue à celle que l'on attribue au Bacterium termo;

Un spirochœte absolument semblable au spirochœte denticola de l'homme et se rencontrant en beaucoup plus grand nombre dans la salive que dans le tartre;

Le staphylococus aureus, l'albus et le citreus;

Un streptocoque à longues chaînettes et à grains très fins;

Une sarcine donnant des colonies sèches et presque écailleuses, à bords irréguliers et au centre surélevé avec, autour, un léger sillon circulaire;

Un bacille à extrémités arrondies, de dimensions variables, diminuant parfois de longueur jusqu'à paraître cocciforme et donnant sur gélatine des colonies glaireuses et blanchâtres;

Des cocci réunis en zooglées, cultivant dans le bouillon sous forme d'un léger voile granuleux qui au bout de quelques jours tombe au fond et sur les parois du tube, en formant un dépôt et sans troubler le milieu;

Un diplo bacille gros, court, quelquefois un peu incurvé, troublant le bouillon et donnant sur gélose des colories jaunâtres et surélevées à la surface:

Un tétragène;

Enfin des moisissures que nous ne faisons pas entrer en ligne.

La recherche des espèces anaérobies faite au moyen des tubes de Vignal, des tubes de Roux ou par les plaques de Petri dans l'étuve à vide nous a donné:

D'abord du tétragène qui, comme l'on sait, est un anaérobie facultatif;

Un petit cocco bacille présentant une capsule et donnant de toutes petites colonies blanches sur gélatine;

Enfin un organisme se présentant sous forme de bacilles et de filaments de longueur variable, droits, rigides, dont les parois de la membrane d'enveloppe sont bien parallèles dans toute leur continuité et qui à l'observation donne absolument l'impression d'un bacille analogue à celui de Nicolaïer, mais non sporulé. Les cultures de ce bacille ne nous ont pas, jusqu'ici, donné de résultats dans les inoculations à la souris, mais son étude est continuée.

Telles sont les premières espèces que nous avons pu observer chez un certain nombre de chiens et qui, à part quelques-unes, ne nous ont pas paru devoir être retenues au point de vue plus spécial que nous avons en vue. Il nous a paru intéressant, tout en poursuivant ces recherches d'en présenter en quelque sorte les prémisses pour prendre date et d'exposer l'idée qui préside à ce travail et le plan suivant lequel il a été conçu.

M. le Dr DEKTEREW

à Saint-Pétersbourg

LES INSTITUTIONS MÉDICALES DE SAINT-PÉTERSBOURG

— Séance du 10 août —

Il est intéressant et parfois utile de faire connaissance avec les institutions des pays étrangers et leur organisation. Ayant communiqué à la section d'hygiène mon rapport sur les organes sanitaires de la capitale « de toutes les Russies » j'aurai à traiter devant vous la question de nos hôpitaux et hospices.

Assistance publique, institutions médicales et sanitaires de Saint-Pétersbourg

L'Assistance publique et les hôpitaux de la capitale relèvent de plusieurs Administrations spéciales. Les Ministères de la Guerre, de la Marine, etc., ont leurs hôpitaux propres. Plusieurs hospices, maternités, hôpital d'enfants, etc., sont compris dans les « Institutions de l'Impératrice Marie ». Mais la grande majorité des institutions médicales et sanitaires revient à la municipalité, qui a créé 3 Commissions pour gérer les affaires de l'assistance et de la salubrité publique, 1, la Commission des Hôpitaux de la ville, 2, la Commission sanitaire et 3, la Commission de l'Assistance.

I. Hôpitaux et hospices municipaux. Commission des Hôpitaux.

Jusqu'à l'an 1884, la plupart des hôpitaux de Saint-Pétersbourg, excepté ceux des Ministères de la Guerre, de la Marine et quelques autres spéciaux, étaient administrés par une commission gouvernementale qui portait le nom de « Conseil de gestion » et relevait de la direction des « Institutions de l'Impératrice Marie ». Ce n'est qu'au mois de septembre de l'année 1884, que le Conseil Municipal de la ville prit possession des hôpitaux suivants : quatre hôpitaux généraux : L'Oboukhovski ; l'hôpital d'Alexandre en souvenir du 19 février 1861 (affranchissement des serfs); l'hôpital des saints Pierre et Paul et l'hôpital de sainte Marie-Madeleine ; deux hôpitaux, pour les maladies syphilitiques et vénériennes: l'hôpital Kalinkine pour femmes et celui de la Grande Okhta (temporaire) pour hommes; deux hôpitaux, pour les maladies mentales: l'hôpital Saint-Nicolas et celui de la Petite Okhta (temporaire) pour femmes.

Presque en même temps (1885), lorsque les hôpitaux énumérés passaient à la ville, on transmit également à la municipalité l'hôpital du Ministère de l'Intérieur, situé à la station d'Oudiélnaïa (chemin de fer de Finlande, 8 kilom. de la capitale); cet hôpital fut transformé en asile pour les aliénés chroniques et porte actuellement le nom de « Asile de Saint-Pantaléon ». L'institution considérable de l'hospice pour les incurables et les infirmes, passa aussi successivement à la ville.

Au mois d'avril 1882 la municipalité a ouvert un grand hôpital-baraque, affecté exclusivement aux malades contagieux; cet hôpital porte le nom du professeur Botkine, qui fut son premier directeur.

Dès 1893 la ville a commencé à bâtir un hôpital-colonie, destiné à recevoir des aliénés chroniques; cette colonie se trouvant à la campagne (de Novosnamiénskaïa, situé à dix-sept kilomètres de Saint-

Pétersbourg), vu son étendue et les dépenses qui s'élèvent jusqu'à 3 millions de francs, est encore actuellement en voie de construction. Enfin, au printemps de l'année courante, vient d'être votée la construction de deux nouveaux hôpitaux : un, pour les syphilitiques (hommes), dans le bâtiment donné à la ville par M. Alafouzov, et l'autre pour les enfants malades, en souvenir du couronnement de LL. MM. Impériales.

La municipalité de Saint-Pétersbourg possède actuellement dans son administration 12 hôpitaux (sans compter les 2 en voie de construction) et un grand hospice.

Pour administrer ses hôpitaux le Conseil Municipal (la Doùma) nomme tous les quatre ans parmi ses membres la « Commission municipale des hôpitaux », pourvue de pouvoirs exécutifs; le nombre de membres de cette Commission répond au nombre des institutions; et chacun de ses membres a la direction administrative et économique de l'un des hôpitaux de la ville et porte le titre de « Curateur ».

Toutes les questions administratives, médicales et économiques sont résolues par voie de vote dans les séances de la Commission des hôpitaux, ayant lieu de deux à quatre fois par mois. Les médecins-directeurs des hôpitaux de la ville prennent part aux délibérations de la dite Commission à titre de membres consultatifs.

Pour l'étude préalable des questions d'ordre essentiellement médical il a été créé près la Commission des hôpitaux les « Conseils des médecins-directeurs », dont les conclusions sont ensuite soumises à la ratification de la Commission. La nomination des médecins-adjoints et du personnel de l'économat est faite par la Commission des hôpitaux sur la présentation de l'administration de l'hôpital intéressé. Quant à la nomination des médecins-directeurs et des médecins en chefs des services, elle se fait au concours. Les titres scientifiques et pratiques des candidats sont examinés par le « Conseil des médecins-directeurs » et un rapport est ensuite adressé à la Commission des hôpitaux, qui décide par voie de vote.

L'administration de chaque hôpital se compose : du curateur, du médecin-directeur et de l'économe avec ses aides.

Toutes les affaires courantes sont expédiées par le bureau. Pour l'étude des questions locales d'ordre administratif et économique, il existe pour chaque hôpital un comité économique, constitué par des médecins de l'établissement sous la présidence du curateur ou du médecin-directeur.

L'étude des questions d'ordre essentiellement scientifique, telles que rapports, observations cliniques, présentations des malades, des

pièces anatomo-pathologiques, des préparations microscopiques, etc., se fait dans les hôpitaux une ou deux fois par mois dans les réunions médicales.

La somme totale, dépensée par la Commission pour l'entretien des hôpitaux et des hospices, augmente d'une année à l'autre. N'ayant été que de 1.400,000 de roubles = 3.500.000 fr., pendant l'exercice 1884, au moment où les hopitaux passaient à la ville, elle a monté jusqu'à deux millions de roubles = cinq millions de francs pour l'année dernière.

Cette somme se compose : 1, des revenus de capitaux légués à cet usage, 2, des droits de traitement (5 r. 15 k. par mois) perçus des malades, ne payant pas la « taxe des hopitaux » et 2, de cette taxe (de 1 r. = 2 fr. 50 c. par an), payée par les ouvriers ; dorénavant, par décision du Conseil municipal, toutes les classes de la population auront à payer une « taxe médico-sanitaire » de 2 r. = 5 fr. par personne (les adultes).

Le lit revient en moyenne à 288 r. 22 k. = 720 fr. 50 cm. par an dans les hôpitaux généraux ; à 455 r. 74 k. = 1139 fr. 35 cm. — à l'hôpital-baraque Botkine et à 217 r. = 542 fr. 25 cm. — dans les hôpitaux pour les syphilitiques et des aliénés.

L'alimentation d'un malade coûte 18 ½ k. = 50 cm. par jour dans les hôpitaux généraux ; 20 k. = 60 cm. dans les hôpitaux des syphilitiques et à 26 k. = 90 cm. à 1 fr. — dans les services des contagieux.

Les médicaments et les objets de pansement coûtent 7 k. = 18 cm. par jour et par malade Les objets de lingerie et de literie reviennent annuellement à 10 r. = 25 fr. par lit.

Le nombre général des lits réglementaires dans les hôpitaux de la ville s'élevait en 1895 à 5.215, dont 2,470 pour les maladies générales, 300 aux maladies infectieuses, 770 aux syphilitiques et 1.675 aux aliénés.

Le nombre des lits augmente, d'ordinaire, considérablement pendant les mois d'hiver ; c'est ainsi, qu'au mois de décembre 1895, il s'est élevé à 6.881. Des quartiers provisoires et temporaires sont alors établis.

L'hospice de la ville contient 2,856 lits.

Le nombre général des malades traités en 1895 dans tous les hôpitaux de la ville est de 65,022, dont 38,730 hommes.

Près les hôpitaux sont organisés des services de consultations externes (ambulatoires) pour les malades venant du dehors ; pendant l'année 1895 y ont trouvé des soins 61.284 hommes, 43.464 femmes et 12,684 enfants.

L'organisation médicale des hôpitaux a été considérablement changée et améliorée depuis qu'ils ont été transmis à la ville ; elle n'est pas encore complètement terminée à l'heure qu'il est. Les bases et les principes généraux actuels sont les suivants.

En tête de chaque institution se trouve un médecin-directeur ; les hôpitaux généraux sont ensuite divisés en services spéciaux : de médecine (thérapeutique), de chirurgie et de gynécologie ; chacun de ces services se trouve sous la direction d'un médecin principal (chef de service). Dans les hôpitaux, contenant un nombre considérable de malades homogènes, des maladies internes par exemple, il peut y avoir 2 et 3 chefs de service. Chaque médecin principal a les soins de 100 à 200 lits. La surveillance immédiate et le traitement des malades sont confiés aux médecins-adjoints, ayant chacun de 40 à 50 lits dans son service.

Quelques-uns des jeunes médecins sont logés à l'hôpital en qualité d'internes. Dans tous les hôpitaux spéciaux les médecins doivent avoir fait antérieurement un stage dans les cliniques de spécialités correspondantes.

Les soins immédiats des malades sont confiés dans les hôpitaux pour les maladies générales et infectieuses aux sœurs de charité *laïques*, appartenant à l'une des communautés de la « Croix Rouge », qui fonctionne en temps de paix comme Société philanthropique et d'ambulances.

La « Croix Rouge », est chez nous d'une grande importance en temps de paix. Placée sous le haut Patronage de Leurs Majestés Impériales, ayant des Grandes Duchesses à la tête des comités et sections, elle a des centres dans les grandes villes par tout l'Empire ; des hôpitaux, ambulances et établissements de l'Amstonges sont partout fondés à ses frais ; à Saint-Pétersbourg, notamment, où se trouve le siège du Comité central, elle a son hôtel avec salles de réunions et de conférences et elle dispose de 8 hôpitaux avec ambulances et communautés pour les sœurs *laïques*, faisant le service de presque tous les grands hôpitaux civils et militaires.

Pour donner une idée des services médicaux et sanitaires de la ville, relevant de l'Administration municipale et d'autres, je donnerai ici leur énumération pour l'année 1897, que j'emprunte au *Guide médical de Saint-Pétersbourg* offert par le Conseil municipal aux Membres du XIIe Congrès International de médecine, guide dont la rédaction m'avait été confiée.

I. Hôpitaux et hospices municipaux.

La Commission des hôpitaux.

Hôpital Oboukhovsky — pour hommes.
» » pour femmes.
» Alexandre en souvenir du 19 février 1861.
» Saints Pierre et Paul.
L'Institut des femmes-médecins.
Hôpital de Sainte Marie-Madeleine.

Asiles pour les aliénés.

1. Hôpital Saint-Nicolas.
2. L'asile de Saint-Pantaléon.
3. Hôpital-colonie et asile de Novosnameskaïa.
4. L'asile temporaire de la Petite Okhta.

Hôpitaux pour les maladies vénériennes.

1. Hôpital Kalinkin.
2. » temporaire de la grande Okhta.

Hôpital municipal à baraques (de P. S. Botkine).
L'Hospice de la ville.

II. Les institutions sanitaires de la ville.

La commission sanitaire municipale.
Inspection sanitaire et épidémiologique.
« Médecins de la ville » (secours gratuits).
Le dispensaire municipal d'Okhta.
Asiles municipaux d'accouchement.
Laboratoire municipal.
Les quartiers à désinfection.
Le service de vidange.

Institutions sanitaires administrées par le « Comité exécutif » de la Mairie.

Les abattoirs de la ville :
1. Les abattoirs.
2. Le musée. — Les cours pour bétail.
3. Le marché aux bestiaux.
4. L'abattoir hypophagique, etc.

Le service des eaux de la ville.

III. L'Assistance publique.

a commission de l'Assistance municipale.
'orphelinat du Général Biélogradsky.
Hospice de la Grande Duchesse Xénia Alexandrovna.
Hospice du feu Grand Duc Héritier.
orphelinat municipal.
s institutions médicales subsidiées par la ville.

IV. Les Administrations Médicales Centrales.

V. Institutions savantes et enseignantes.

L'Académie de Médecine.
Les Cliniques du Baronet Willier.
L'Institut Impérial Clinique de la Grande Duchesse Hélène.
Institut Impérial de médecine expérimentale.

VI. Institutions médicales du Ministère de la Guerre.

Hôpital clinique Militaire.
Cliniques de l'Académie de médecine.
1er service de chirurgie.
2e service de chirurgie.
Clinique médicale interne.
» de diagnostic.
» médicale int. propédeutique.
» des maladies de la gorge, du nez et des oreilles.
Service des syphilitiques.
» ophtalmologique.
Le musée de chirurgie.
Clinique des maladies mentales.
» des maladies nerveuses.
Service des contagieux aigus.
Clinique d'accouchement et d'obstétrique.
Hôpital militaire Nicolas.
» » Alexandre (du régiment Sémenovsky).
Lazaret renforcé du régiment de Finlande.
» » » » des « Gardes à cheval ».
» de l'École militaire Faul.
École pour les officiers de santé militaires.
L'usine des préparations de médecine militaire.

VII. Hôpitaux de la Marine Impériale.

Hôpital maritime de Saint-Pétersbourg.
» » Nicolas, à Kronstadt.

VIII. Institutions de l'Impératrice Marie.

Hôpital Marie pour les pauvres.
» Nicolas pour enfants.
» d'enfants du Prince d'Oldenbourg.
Asile d'aliénés de « Notre-Dame de Tous les Affligés ».
Hospice Sainte-Olga pour les incurables.
L'Hôpital pour les malades des yeux
Hospice Impérial des Enfants-Trouvés.
Service de vaccination près l'Hospice des Enfants Trouvés.
Etablissement d'accouchement (La grande maternité).

Hôpital clinique Elisabeth pour les enfants en bas âge.
Institut Impérial clinique d'accouchement.

IX. Ministère de la Cour Impériale.

L'hôpital de la Cour.
Cabinet de consultation près la Direction des Théâtres Impériaux.

X. Ministère de l'Intérieur.

L'hôpital de la prison centrale.
Hôpital de la division des femmes détenues.
Hôpital des postes et télégraphes de Saint-Pétersbourg.

XI. Institutions médicales du Clergé.

L'hôpital de l'Académie ecclésiastique (orthodoxe) de Saint-Pétersbourg.
Hôpital du séminaire ecclésiastique (orthodoxe) de Saint-Pétersbourg.
Lazaret de l'école écclésiastique Alexandre-Nevsky.

XII. Institutions médicales de la Société Russe de la « Croix Rouge ».

Communauté d'Alexandre.
Communauté de Saint-Georges.
Communauté de la Sainte-Trinité.
Communauté de l'Exaltation de la Croix.
Lazaret à baraques Rojdiéstvénski (en mémoire de l'impératrice Marie).
Communauté du nom du Christ Sauveur, fondée par la princesse M. T. Bariantinski.
Consultations gratuites du comité curateur pour les sœurs de la Croix Rouge.

XII. Institutions indépendantes.

Dispensaire Maximilien.
Comité médico-philanthropique de la Société Impériale Philanthropique,
Maison d'accouchement Marie, sous la Haute Protection de S. M. l'Impératrice Marie.
Asile d'aliénés S. M. l'Empereur Alexandre III.
Hôpital évangélique.
Hôpital baraque du Comité de la Bourse de Saint-Pétersbourg en mémoire de l'Empereur Alexandre II.
Hôpital Alexandre pour hommes.
Etablissement Piétrolioubov pour les enfants atteints d'affections chroniques.
Les maisons de santé et diverses institutions privées.

On peut y ajouter les deux sanatorium pour les tuberculeux: l'un en Finlande non loin de Locopstale, portant le nom de l'Empereur Alexandre III et dirigé par la Chancellerie de la Cour Impériale; le second près de Gatschina, en voie de construction et d'agrandissement, ouvert seulement ce printemps pour 30 malades, sur une

terre donnée par l'Empereur actuel et dirigée par un comité spécial, élu par la Société des médecins Russes, à qui il est confié.

Comme types d'hôpitaux municipaux de diverses dates de constructions, je donnerai ici la description succincte de deux ou trois, plus intéressants.

Hôpital municipal à baraques
en mémoire du prof. S. P. Botkine.
(Place des Cosaques, près la gare Nicolas.

La superficie sur laquelle sont bâties, en deux lignes, les 22 baraques en bois de l'hôpital est de 20,000 saj. car. soit 90,000 mètres carrés. Les 20 baraques sont pour 12 lits chaque et deux, d'un autre type de construction, sont à 30 lits. L'hôpital est destiné spécialement aux maladies infectieuses, contagieuses, chaque forme pouvant être isolée dans une maison séparée : en tout il possède 300 lits, dont le nombre peut être augmenté, presque doublé, si l'on y met (en cas d'urgence) des malades non contagieux. Tel a été cet hôpital lors de son fondement en 1882. Depuis, on a construit encore deux baraques en pierre, la ville ayant reçu des sommes spéciales, léguées ; l'une est pour 20 lits d'enfants (et porte le nom de Mme Stépanoff), l'autre pour l'isolement des malades suspects, à 16 lits (d'Arischtenko) ; le bain et la buanderie sont aussi en pierre. D'un côté, à l'entrée de l'allée, le long de laquelle on voit à droite et à gauche les diverses baraques, sont groupés les édifices de l'administration et de l'économat. Des arbres sont plantés à profusion le long des allées et un peu partout.

Les 2/3 de chaque baraque sont occupés par la grande salle à 12 lits, éclairée de deux côtés, ayant par 65 m. cubes d'air pour chaque lit. Le chauffage se fait au moyen de 4 poêles, servant également à la ventilation[1]. La superficie générale d'éclairage (fenêtres) est de 40,5 m. car. et donne la proportion 1 à 4 par rapport à la superficie du plancher. Chaque baraque renferme encore : une chambre pour les garde-malades, un buffet, une salle de bain, un water-closet, un vestibule avec antichambre et possède son balcon ; les 2 grandes baraques (à 30 malades) ont au surplus une grande salle-réfectoire.

La quantité d'effets, de linge, etc., dont dispose chaque baraque correspond aux besoins du service ; il y a une balance pour peser les malades et une quantité suffisante de vaisselle en porcelaine, verre, etc., pour chaque baraque à part.

1. Un dispositif spécial, le long des murs, aux angles, et près des fenêtres dans chaque baraque, empêche que des courants d'air se produisent et donne une température égale dans toute la salle.

Tous les bâtiments de l'hôpital sont pourvus d'eau de la Néva, amenée par les conduits de la ville; on y trouve des robinets dans chaque salle, chaque cabinet. Le système des water-closets fonctionne dans les divisions; toutes les impuretés (avec eaux de ménage, et déjections de la salle d'autopsie) sont amenées au moyen de tubes hermétiques dans des chaudières spéciales où elles sont totalement désinfectées.

L'hôpital entier est éclairé à l'électricité. C'est ici que la ville installa en 1883 le premier quartier à désinfection, qui fut agrandi avec le temps et sert à présent, non seulement aux besoins de l'hôpital, mais fait le service de la moitié de la ville, rive gauche; la désinfection se fait dans plusieurs étuves à la vapeur courante, au chlore, au formaldéhyde, etc. Les appareils sont des plus perfectionnés et servent pour la désinfection des effets ainsi que des habitations entières.

Le laboratoire clinique de l'hôpital a été fondé aussi en 1882 et dispose actuellement d'appareils, non seulement pour les recherches cliniques mais aussi pour des travaux bactériologiques et physiologiques compliqués. Plusieurs jeunes médecins y ont élaboré leurs thèses du temps du regretté « curateur honoraire » le prof. Botkine, qui donnait ses loisirs à l'hôpital, ainsi qu'à son laboratoire.

Depuis 1894 fonctionne un service spécial (écurie, laboratoires) pour la préparation du sérum antidiphtérique (méthodes de Béhring et de Roux). L'hôpital possède une belle et grande bibliothèque, qui reçoit les revues médicales russes et étrangères et un musée d'anatomie pathologique. Depuis 1882 jusqu'en 1897 (période de 15 ans), 69,200 malades ont été traités dans l'hôpital, sans compter les mille, venant du dehors pour les consultations.

Hôpital Oboukhovski — pour hommes.

(Fantakan, 106).

C'est le plus ancien des hôpitaux de Saint-Pétersbourg. Il a été fondé en 1784 par l'Impératrice Catherine II et est destiné aux hommes et femmes, affectés de maladies internes, chirurgicales, infectieuses et mentales. Au commencement, il ne contenait que 300 lits. En 1866, a été érigé en souvenir du prince d'Oldenbourg, un nouvel édifice, contenant également 300 lits. Le nombre des lits pour hommes est actuellement de 750 et s'élève même pendant les mois d'hiver, où l'affluence des malades augmente sensiblement, jusqu'à 1.000.

Le contingent des malades, d'après la nature de leurs affections, a de même considérablement changé avec le temps; le service des aliénés a été supprimé et il n'en est resté qu'un service pour les alcooliques.

Depuis la fondation (en 1892) de l'hôpital-baraque municipal de Botkine, on y dirige la grande partie des malades contagieux; mais les cas de typhus sont reçus quand même.

A l'heure qu'il est, cet hôpital possède un service de médecine interne de 450 lits, et un service de chirurgie de 300 lits.

La superficie du terrain, occupé par l'hôpital entier (quartier d'hommes et de femmes) est de 18.467 sajen car = 83.101 m. c., dont 15.440 m. c. sont occupés par les services de l'hôpital; 54.000 — hors les cours et jardins — le reste revient aux dependances (hangars, écuries, etc.) et aux logements du personnel.

La grande majorité des malades occupe le bâtiment central — en pierre — donnant sur le quai de la Fontanka et un quartier spécial, dit du Prince d'Oldenbourg; dans les 3 étages de ce dernier, divisés en 6 compartiments, sont placés 300 malades, attteints d'affections internes. Quantité d'air par malade, en comptant le corridor, — 42 saj. cub. = 42 mètres cubes.

Dans les deux baraques d'hiver il y a également des corridors latéraux; les salles sont plus étroites; la ventilation se fait au moyen de canaux à appel, munis de châssis mobiles. Toutes les parties de l'hôpital sont éclairées au pétrole et chauffées au bois. Un projet d'éclairage électrique et de chauffage central est à l'étude.

Pour l'isolement des malades, atteints de maladies contagieuses, on a construit dans l'une des baraques d'hiver deux salles, ayant des entrées particulières, des bains à part, etc.

Le nombre général d'entrants à l'hôpital augmente d'une année à l'autre et a atteint en 1896 le chiffre de 17,000; 25 — 30 °/₀ dans ce nombre sont les cas chirurgicaux et il est pratiqué jusqu'à 2,000 opérations par an.

Parmi les maladies internes, il faut placer en première ligne celles des voies respiratoires: phtisie pulmonaire — jusqu'à 12 °/₀; pneumonie aigüe fibrineuse — jusqu'à 6 °/₀; le nombre des affections des voies respiratoires augmente considérablement pendant les épidémies d'influenza; vient ensuite la fièvre typhoïde — jusqu'à 10 °/₀ (1895-96). Les alcooliques comptent jusqu'à 12 °/₀ dans le nombre général des malades. Parmi les maladies chroniques un groupe considérable, jusqu'à 5 °/₀, est formé par les affections des reins et des vaisseaux. Un service de consultations pour les malades du dehors, atteints d'affections internes et chirurgicales, fonctionne régulièrement à l'hôpital. Le nombre de visites, faites par ces malades a atteint en 1896 le chiffre de 41,467.

Bien que chaque division de l'hôpital possède un petit laboratoire

pour des recherches cliniques simples, un laboratoire spécial, pour les recherches chimiques et bactériologiques de nature plus compliquée, est installé depuis 1892.

L'hôpital possède une bibliothèque assez riche en ouvrages scientifiques et reçoit les revues de médecine russes et étrangères.

Il existe aussi un musée anatomopathologique, contenant des pièces assez rares. Le nombre d'autopsies est de 1,000 à 1,200 par an.

Pour la présentation des malades, les discussions d'ordre scientifique et sanitaire, etc., ont lieu des réunions mensuelles des médecins de l'hôpital.

Personnel de l'hôpital : Médecin directeur Dr A. Nétchaiév, chirurgien en chef, Dr A. Troïanov ; deux chefs de méd. interne, chefs des travaux anatomo-pathologiques (prosecteur), 15 médecins-adjoints et 14 médecins surnuméraires, dont 4 reçoivent en consultation les malades du dehors. En plus, une vingtaine de médecins à peu près travaillent à l'hôpital en qualité d'externes bénévoles.

La préparation des médicaments se fait à la pharmacie de l'hôpital ; son personnel se compose d'un administrateur, d'un pharmacien et de 10 aides-pharmaciens, dont plusieurs femmes.

Les soins des malades sont confiés aux sœurs de charité, (laïques), dont chacune a sous sa surveillance de 25 à 30 malades ; ce sont également les sœurs, qui préparent les objets de pansement.

Pour pourvoir aux premiers besoins des malades indigents, sortant de l'hôpital, leur fournir des vêtements, des chaussures, des secours de voyage, des appareils orthopédiques, des bandages, etc., il existe près l'hôpital, depuis l'année 1868, une société de bienfaisance. Cette société entretient également un asile pour les enfants, dont les parents sont morts à l'hôpital.

L'entretien des lits réglementaires des deux divisions de l'hôpital, pour hommes et femmes, revient à 322,187 r. = 805,470 fr. par an ; en ajoutant à ce chiffre les dépenses, entraînées par l'entretien des lits surnuméraires et du service des consultations, on a reçu pour l'année 1896 la somme de 429,625 r. = 1 million 74,062 de fr. — Chaque lit revient à 259 r. 35 k. = 643 fr. 40 cm. par an ; les frais journaliers d'entretien complet s'élèvent à 71 kop. = 1 fr. 78 cm. par malade.

Pour la préparation de la nourriture des malades et le blanchissage du linge, l'hôpital possède une grande cuisine et une buanderie, fonctionnant toutes deux à la vapeur.

Pour la désinfection des vêtements, du linge, des effets des malades, sont installées une étuve à procédés chimiques et une étuve à vapeur. La

désinfection des déjections des malades et des liquides, provenant de la salle d'autopsies, se fait au moyen de l'ébullition dans des chaudières à vapeur spéciales, disposées dans la cour.

Les jardins de l'hôpital sont spacieux ; un buste de l'Impératrice Catherine II est placé devant l'entrée principale, sur le quai.

Hôpital Oboukhovski, pour femmes.

(Perspective de Sagorodny, 17)

Cet hôpital, fondé en 1840, comprend un bâtiment en pierre, occupant une superficie de 604 saj. car. = 2,718 mètres carrés, et trois baraques en bois, sur un terrain de 27,944 saj. car. = 1,260 mètres carrés. Il aboutit aux jardins de l'hôpital pour hommes.

Le plan de construction du bâtiment en pierre est linéaire à corridor extérieur. Les baraques sont aménagées de façon à pouvoir être occupées aussi pendant l'hiver. La quantité d'air par malade est de 6,8 saj. cub. = 68 mètres cubes dans le bâtiment principal (en comptant les salles et le corridor) et de 3,27 saj. cub = 32,7 mètres cubes dans les baraques.

Le bâtiment principal renferme quatre divisions. La ventilation est faite à l'aide des poêles de système spécial. Dans les trois baraques, des réservoirs de ventilation, munis de châssis mobiles et des cheminées à appel mécanique fonctionne jour et nuit. L'hôpital est chauffé au moyen de poêles et éclairé au pétrole. Le système des water-closets est adapté à l'hôpital entier.

Les matières souillées, provenant du bâtiment principal, sont déversées dans des fosses fixes ; celles, qui arrivent des baraques, sont recueillies dans des tonneaux mobiles pneumatiques.

Pour la désinfection des vêtements et autres objets appartenant aux malades, il existe une chambre à désinfection, avec étuve. Les déjections des malades atteints de maladies infectieuses, (choléra, fièvre typhoïde, dysenterie), de même que les expectorations tuberculeuses, sont soumises aussi à la stérilisation et à l'ébullition dans l'étuve. Dans chaque service se trouve un cabinet, pour les recherches cliniques et pathologiques.

On reçoit à l'hôpital des femmes atteintes de toutes formes de maladies, sauf les éruptives, syphilitiques et mentales. Le nombre de lits est de 350 et s'élève pendant les mois d'hiver à 550 et même à 600.

Le personnel de l'hôpital : Médecin directeur, Dr Kërnig ; chirurgien en chef, M. Séidler ; gynécologue, M. Vastin ; 3 médecins-adjoints ; 4 assistants ; 3 médecins des consultations ; 6 médecins surnuméraires ; 8 femmes-médecins. Nombre variable de médecins bénévoles

(externes); 11 infirmières, en plus des sœurs de charité de la Croix Rouge.

Hôpital Alexandre en souvenir du 19 février 1861 (affranchissement des serfs).

(Fontanka, 132.)

L'hôpital contient 720 lits réglementaires et reçoit des hommes et des femmes ; 200 lits sont réservés à la chirurgie.

Les lits sont placés dans le bâtiment principal et dans 5 baraques. Ne sont pas reçus à l'hôpital les malades atteints d'affections contagieuses aiguës, les syphilitiques et les aliénés.

L'hôpital a été ouvert en 1866 ; il occupe une superficie de 34,000 mètres carrés ; dont 11,115 mètres carrés sont occupés par des bâtiments divers ; près de 6,750 mètres carrés — par le jardin ; le reste, par du bois de chauffage, des provisions de charbons.

Le corps principal de l'hôpital est formé par un bâtiment en pierre de 3 étages et appartient au type de constructions linéaire avec galerie extérieure. Les baraques sont en bois ; elles peuvent être chauffées et fonctionnent durant l'année tout entière. Dans le bâtiment principal sont placés les services de médecine interne et de chirurgie pour les malades non contagieux. Dans les baraques se trouvent la salle des consultations, le quartier pour l'assortiment des nouveaux entrés, les salles réservées à la fièvre typhoïde, aux affections gastro-intestinales aiguës, à la pneumonie fibrineuse aiguë.

L'une des baraques est destinée à recevoir les malades, atteints d'affections chirurgicales infectieuses (presque exclusivement érysipèles).

Le corps principal de l'hôpital est chauffé à l'air (au moyen de calorifères), à l'eau chaude et à la vapeur, les baraques sont chauffées à l'eau. La ventilation est artificielle : l'air vicié est éloigné au moyen de canaux à appel et remplacé par de l'air frais, venant du dehors, préalablement chauffé et humidifié.

Les matières fécales sont rassemblées dans des fosses fixes et enlevées au moyen de tonneaux hermétiquement fermés.

Tous les liquides, provenant de la salle d'autopsies, de la chambre mortuaire et des baraques, sont désinfectés par l'ébullition à 1200° dans un appareil spécialement approprié à cet usage. Il existe à l'hôpital une étuve pour la désinfection du linge et des vêtements de tous les malades entrant à l'hôpital, comme pour celle du linge de l'hôpital — avant son blanchissage.

Près l'hôpital fonctionne une société de bienfaisance, ayant pour but

de venir sous une forme ou une autre, au secours des malades indigents, quittant l'hôpital. Cette société munit les malades de chaussures, de linge, de vêtements; leur donne de l'argent pour la nourriture; rapatrie à ses frais les malades; vient au secours des enfants, dont les parents se trouvent à l'hôpital; fournit des membres artificiels aux opérés, etc. Les fonds de la société se composent des cotisations (des membres) bénévoles (12 fr. 50 cm. par an); de sommes que la Société assemble et de dons. Les dépenses annuelles de la société varient entre 5.000 et 7.500 fr.

Le personnel de l'hôpital : Médecin-directeur Dr V. P. Dobroklonski; 1 chef du service de chirurgie, Dr O. A. Pototzki; 3 chefs de service de médecine interne; 1 prosecteur (chef des travaux anatomo-pathologiques); 15 médecins titulaires; 20 surnuméraires; 5 médecins des consultations; 34 sœurs de charité; 11 infirmiers et infirmières.

Le budget annuel de cet hôpital varie entre 550.000 et 500.000 fr. Les dépenses, entraînés par l'entretien d'un lit, occupé pendant toute une année, s'élèvent approximativement à 725 fr., se décomposant de la manière suivante suivante: 1, rémunération du personnel supérieur — 150 fr.; 2, — du personnel inférieur — 102 fr.; 3, nourriture du malade 180 fr.; 4, médicaments, instruments, etc., 55 fr.; 5, dépenses de ménage (linge, vêtements, mobilier, éclairage, frais de bureau, etc. — 90 fr.; 6, chauffage — 65 fr.; 7, étuve à désinfection — 12 fr.; 8, assurance des bâtiments — 2 fr. 50 cm.; 9, leur réparation — 40 fr.; 10, dépenses diverses — 2 fr. 50 cm.

Hôpital Municipal des Saints Pierre et Paul.

(Quartier de Pétersbourg, rue des Archiprêtres, 6).

L'hôpital a été construit en 1835. Il ne contenait alors que 260 lits, mais, s'accroissant progressivement, le nombre de lits a atteint en 1883 le chiffre de 400 et en 1888, de 490. Il occupe une superficie de 120.000 mètres carrés à peu près, dont les $^2/_3$ sont occupés par des bâtiments, autant — par le jardin, $^1/_3$ — par la cour, le reste présente un terrain vague, de réserve, occupé autrefois par un jardin potager. Le système des constructions est mixte. Le bâtiment principal de l'hôpital possède un corridor central, tandis que les bâtiments pour la gynécologie et la chirurgie, ont des galeries extérieures. En plus des dépendances en pierre, ont été nouvellement construites, ainsi que des baraques, dont les parties centrales sont en pierre et les extrémités en bois. La forme de chaque baraque est celle d'un fer à cheval. Les baraques dites « de Stiépanov » (nom du donateur) ont le dispositif

suivante : dans leurs parties centrales se trouvent les salles de consultations, les bains, les closets et les salles de garde, tandis que dans leurs parties extérieures (en bois) sont disposées, des deux côtés, les salles des malades, à 12 lits chacune.

La nouvelle baraque, récemment construite et destinée à l'observation des malades suspects, contient dans sa partie centrale (en pierre) les mêmes pièces, que les baraques « Stiépanov », tandis que dans les parties latérales sont disposées des deux côtés : des grandes salles à 12 lits, des salles pour l'examen des malades, et plusieurs pièces à un lit, destinées à l'isolement des malades, dont l'affection porte un caractère suspect. Deux baraques encore servent pour évacuer les malades pendant l'été, lors des réparations.

La buanderie et l'étude à désinfection se trouvent dans un bâtiment à part (en pierre). La chambre mortuaire et la salle d'autopsie occupent un bâtiment en bois sur un sous-sol en pierre.

Lorsque le nombre des lits ne dépasse pas le chiffre réglementaire, la quantité d'air est de 27,5 à 30 mètres cubes par malade dans le bâtiment central ; de 32,4 m. cubes dans les services de chirurgie et de gynécologie et de 62,5 m. cubes dans les baraques Stiépanov et dans celle, qui sert à l'observation des malades douteux.

Le rapport de la superficie des fenêtres à celle du plancher varie dans de larges limites, notamment entre 7 °/₀ et 2 °/₀.

Dans le bâtiment principal la ventilation est faite par les fenêtres, dans les autres elle est artificielle et appropriée au système de chauffage. Les nouvelles baraques sont chauffées au moyen des poêles, contenant des espaces vides, destinés à l'air frais du dehors.

La canalisation de l'hôpital vient d'être remise à neuf en carreaux céramiques ; les tuyaux sont en steingut et couverts de vernis.

Les fosses fixes sont en partie en asphalte avec une carcasse en fer ; en partie en céramique ; chaque fosse a ses filtres spéciaux. L'emplacement entier de l'hôpital est divisé en deux réseaux de canalisation ; au bout de chacun de ces réseaux, avant le déversement des impuretés dans la canalisation générale de la ville (par la rue des Archiprêtres), est placé un filtre général, dont la substance filtrante est formée par du charbon, du blocage, du gravier et du sphagnum. Les liquides, après avoir passé par ces filtres, sortent du filtre central, presque complètement décolorés.

Pour la désinfection des matières les plus infectées, celles par exemple, des cholériques, on a installé dans l'emplacement occupé par la salle d'autopsie, près de la chaudière, des appareils à vapeur, dans lesquels ces matières sont soumises à l'ébullition. Les liquides,

sortant de ces appareils, tout à fait désinfectés et, d'une innocuité complète, se déversent ensuite dans la petite rivière de Karpovka, faisant face à l'hôpital.

L'hôpital possède un laboratoire chimique et un cabinet de recherches microscopiques et bactériologiques.

On reçoit les malades des deux sexes avec toute sorte d'affections, excepté les affections syphilitiques et mentales. Les enfants sont reçus provisoirement; le nouvel « Hôpital Municipal pour enfants », projeté pour 400 lits, que la ville est en train de construire en mémoire du Couronnement de LL. MM. Impériales, prendra dorénavant tous les enfants malades des environs. Il sera situé non loin, sur une île du grand Parc Petrovsky.

Les dépenses de l'hôpital s'élèvent en moyenne à 280,285 fr. par an, sans compter les dépenses pour le fonctionnement de l'étuve à désinfection, la réparation des anciens bâtiments et la construction des nouveaux. L'entretien d'un lit coûte 625 fr. par an; l'alimentation d'un malade 0 fr. 45 par jour.

Le personnel de l'hôpital : Médecin-directeur, Dr A. Metzler; le chirurgien en chef, Dr A. Kadian, les chefs de service de médecine interne et de gynécologie, 1 prosecteur (chef des travaux anatomo-pathologiques) et des médecins-adjoints.

L'Institut des femmes-médecins.

(Rue des Archiprêtres, 8).

L'Institut, ayant son administration à part, ainsi que ses propres édifices et terrains, est néanmoins étroitement lié à l'hôpital St. Pierre et Paul, dans l'enceinte duquel la municipalité a donné un grand terrain (pour les constructions principales) et dont les services seront utilisés à l'enseignement clinique des doctoresses. Le Conseil municipal a voté une subvention de 15,000 roubles par an à l'Institut, dès 1897. Les sciences naturelles ont leurs amphithéâtres et laboratoires dans le bâtiment central qui est aussi le siège de l'administration. L'anatomie et les sections pathologiques (avec une grande salle pour la microscopie), ont leur bâtiment à part.

Toutes les constructions sont en pierre, éclairées à l'électricité et ont le chauffage central; elles ont coûté environ 1 million 1/2 de francs (avec aménagement). Un internat (frais de logement, de nourriture, etc. à prix réduits) pour les étudiantes de province, est en voie de construction, à proximité. On a l'intention de bâtir encore sous peu des cliniques spéciales de gynécologie et d'accouchement (25-30 lits), pour les maladies des yeux, pour l'hydrothérapie avec électrothéra-

pie, etc. Les stagiaires du 5-8 semestre feront leur externat dans les services des hôpitaux de la ville. L'administration relève du ministère de l'Instruction publique. Un Directeur, le docteur-professeur Anrep est à la tête de l'Institut ; une inspectrice avec deux aides ont les charges de l'ordre intérieur. Un « Conseil de surveillance », dont deux membres sont nommé par la municipalité (pour 4 ans), gère les affaires et les questions de l'enseignement sont soumises au « Conseil des professeurs ». Pour suffire aux frais de l'Institut et recueillir les sommes nécessaires à son développement, une Société s'est formée en 1896 (sous la présidence de Mme Tarnowsky, Dr-Méd.) et a rassemblé déjà plus de 200 mille roubles, dont 60 mille ont été versés pour l'Internat par la caisse de l'Etat, par ordre spécial de l'Empereur. Toute la Russie a participé d'ailleurs à la fondation de l'Institut, qui est construit aux frais (plus de 700.000 roubles) de souscriptions (faites pendant 10 ans). Les villes, les sémstvos (Conseils généraux), le corps médical, la presse, les particuliers ont contribué à cette œuvre nationale. Mme Scheniavskaïa a versé la première 50.000 roubles en 1875 et ses dons pour l'Institut s'élèvent à des sommes considérables. L'Institut ouvrira ses portes le 1er septembre 1897. Pour le premier semestre, 160 étudiantes sont déjà inscrites. Le nombre des aspirantes dépasse de beaucoup ce chiffre.

Hôpital de Sainte Marie-Madeleine

(Vassilievsky Ostrow, une ligne, 58)

L'hôpital occupe une superficie générale de 1780 saj. cr = 8.010 mètres carrés; dont 1052 saj. cr. = 4734 m. car. comprennent les divers services médicaux et les logements du personnel ; 98 saj. car. = 440 m. car. sont occupés par les dépendances, 220 saj. ca = 1000 m. car. — par les jardins et 410 saj. cr = 1845 m. car. — par des cours, qui sont destinées à contenir de grandes provisions de charbon et de bois de chauffage. Le système de construction est un système à corridors intérieurs. En plus du principal bâtiment en pierre de trois étages, l'hôpital possède encore 4 baraques, dont une en pierre (division de Mme Ernstreme, donatrice), et trois en bois. La partie principale de l'hôpital est de construction ancienne ; des améliorations ont été faites par la municipalité.

La quantité d'air est de 3 à 4 saj. cb. = de 30 à 40 mètres cubes par malade. Le chauffage est fait au bois et au charbon ; l'éclairage avec des lampes à pétrole. Le service des water-closets fait passer les masses et les liquides dans des fosses fixes, d'où elles sont enlevées à l'aide de tonneaux pneumatiques. L'hôpital possède une étuve pour la désin-

fection des linges et des effets, qui suffit complètement à ses besoins. La désinfection des déjections cholériques et des eaux souillées, qui viennent de la salle d'autopsies, se fait à la vapeur courante dans des chaudières spéciales, construites et appropriées à cet usage.

On reçoit à l'hôpital des malades des deux sexes de toutes catégories, sauf les syphilitiques et les aliénés.

Le nombre des lits réglementaires est de 310, dont 190 pour hommes et 120 pour femmes. L'hôpital est divisé en deux services spéciaux de médecine interne et de chirurgie.

Le budget annuel atteint le chiffre de 100.000 rb. = 300.000 fr., l'entretien complet d'un lit a coûté, en 1896, près de 334 roubles = plus de 900 francs. La nourriture d'un malade est revenue à 18 k. 1/2 = 48 cent. par jour, les médicaments à 7 k. = 18 cent.

Le personnel de l'hôpital : Médecin-Directeur, Dr N. Tcherniaïeff. Le chirurgien en chef, Dr Boutze, 1 chef de service des maladies internes, 6 médecins-adjoints titulaires et 10 surnuméraires, dont 4 sont chargés de consultations pour les malades venant du dehors, 1 médecin pour les sections anatomo-pathologiques (prosecteur) et 1 médecin chargé spécialement de la désinfection des objets et qui dirige le service de l'étuve, 6 externes (médecins) font également le service des salles. En plus : sœurs de charité (laïques), infirmiers, etc. La pharmacie de l'hôpital a son chef avec les aides et garçons de laboratoire.

L'Orphelinat municipal.

(Wassilli-Ostrov, huitième ligne, 29)

Cet asile, institué en mémoire de la majorité du Grand Duc Héritier, l'Empereur actuel, le 9 mai 1884, est destiné à l'assistance et à l'instruction primaire des orphelins âgés de 2-12 ans. Pour l'année 1897 il y a 59 garçons et 66 filles ; ayant atteint l'âge de l'instruction élémentaire (8 ans), les enfants vont aux écoles municipales du quartier; les meilleurs élèves sont ensuite placés aux écoles professionnelles aux frais de la ville.

Appendice. Outre ses propres hôpitaux, la municipalité, venant en aide aux institutions médicales, qui ne relèvent pas d'elle, dispose encore d'une certaine quantité de lits, en cas d'épidémies, dans divers établissements, qui reçoivent de la ville des sommes assez considérables en tout plus de 80,000 r. (plus de 200,000 fr.). En matière d'assistance, beaucoup de sociétés de bienfaisance privée sont aussi subventionnées par la ville. Chaque institution ou société subventionnée reçoit dans son « conseil de gestion » un « député de la ville » (élu du Cons. munic. pour 4 ans) et fournit son « rapport » au Comité

exécutif de la Mairie pour chaque année écoulée ; ce rapport est imprimé dans le « compte rendu » du Comité.

Les institutions médicales dans ces conditions sont :

1. Hôpital à baraques Rojdestvensky (« Croix Rouge ») reçoit 25,000 r. par an ; est obligé d'avoir 100 lits à la disposition de la municipalité.

2. Hôpital de la Communauté de Saint-Georges (« Croix Rouge ») — 15,000 r. par an (service de consultations externes gratuites et 50 lits).

3. Hôpital Nicolas pour enfants — 14,000 r. par an (Inst. Imp. Marie) placement des malades par la Comis. des Hôpitaux.

4. Hôpital d'Elisabeth pour enfants — 5,008 r. par an (Inst. Imp. Marie).

5. Asile-maternité, près la Communauté Pokrovsky — 1.800 rbs. par an, pour l'entretien fixe de 15 lits.

6. Maternité de Marie — 1.200 rbs., pour l'entretien de 10 lits.

7. Hôpital pour les mal. des yeux — 1.000 rbs., pour les consultations externes (Inst. Impér. Marie).

8. L'institut des femmes-médecins — 15.000 rbs. par an.

9. Ambulance du comité pour les indigents — 900 rbs. par an, etc.

IV. Les Administrations Médicales Centrales.

Le Conseil Médical (rue du Théâtre, 5) présente l'institution consultative supérieure médicale de l'État. Au Conseil revient aussi la censure des publications médicales populaires, les patentes des inventions, ayant trait à la médecine ou à la pharmacie, les instructions en cas d'épidémies, la permission d'exercer pour les médecins étrangers, etc.

Les bureaux du Conseil sont ouverts tous les jours de 2 — 3 h. ; jour de séance ordinaire : le mardi de 2 — 5 h.

Président du Conseil : Profes. Dr V. Paschoûtine ; le secrétaire-général Prof. Dr Anrép.

A. Le Ministère de l'Intérieur.

1. Le Département Médical du Ministère de l'Intérieur (rue du Théâtre, 3) a dans son domaine toutes les affaires médicales administratives ; les institutions civiles — médicales et sanitaires — ainsi que tous les médecins d'État sont sous ses ordres ; les institutions municipales et provinciales (des zémstvos) — sous son contrôle ; il a plusieurs divisions : administrative, statistique, de médecine légale, d'épidémiologie, etc. Directeur : Dr L. Ragosine, Cons. privé.

2. La Direction médicale de Saint-Pétersbourg (grande Morskaïa). Le contrôle des institutions médicales et sanitaires de la capitale est confiée à son inspection. L'Inspecteur Dr Iéreméeff.

3. La Direction médicale de la Préfecture de Police est liée à la précédente, mais relève aussi du Préfet ; tout ce qui est du ressort de l'hygiène publique et de la police médicale de la ville lui revient ; elle agit de concert avec la commission sanitaire municipale. Le médecin en chef Dr Skabits-

chovsky, 12 médecins d'arrondissement avec 12 méd.-adjoints font le service. Les opérations sanitaires dans les quartiers, les autopsies médico-légales, constatation de décès, délivrance de certificats, etc., sont à leur charge.

4. Le comité médico-policier - avec la « police des mœurs » (quart. de Pessky, rue Mitninskaïa, 3) est formé de médecins et sage femmes pour la « visite obligatoire » des filles publiques, dites « soumises »; il a plusieurs dispensaires; des « agents de mœurs » sont aux ordres du Comité. L'enregistrement des prostituées est de sa compétence, ainsi que la surveillance des maisons publiques, des logis de passe, etc. Inspecteur: Dr Fedorov; 7 médecins de dispensaires et autant de sages-femmes.

5. La section médicale du Gouvernement de Saint-Pétersbourg (Rue de Glinka, 8) représente l'administration médicale centrale de la Province (du « Gouvernement »); elle se trouve sous les ordres du Gouverneur. Inspecteur Dr A. Karmiloff.

6. La Commission sanitaire de la Diète (Conseil Général de la Province, le « Zemstov ») est élue pour 4 ans par la Diète des députés de la Province; elle a les soins de l'état sanitaire de Gouvernement de Saint-Pétersbourg (siège Sadovaïa, 5).

7. La Commission municipale des Hôpitaux - voir ci-devant p. 3. Président: M. P. Botkine, de l'Acad. des Beaux-Arts, Cons.

8. La Commission sanitaire municipale, voir p. 30. Président — D. F. Pototilov, Génér. du Génie milit. — Siège à l'Hôtel de Ville (la « Doûma »).

9. Le Comité Vétérinaire est une institution supérieure consultative, près le ministre, pour les questions vétérinaires, et les mesures anti-épizootiques.

B. Ministère de la Guerre

1. Le Conseil sanitaire supérieur est attaché au « Conseil de la Guerre. » Président: le Général d'infanterie Rorberg, membres: Généraux de l'armée et l'Inspecteur médic. en chef.

2. La Direction des affaires médicales de l'armée (Rue Karavannaïa, 1), laquelle a plusieurs divisions, dirige tout ce qui concerne la santé de l'Armée et sous ses ordres tous les médecins militaires; son organe consultatif supérieur est le « Comité savant médico-militaire, elle a sa Revue », (voir chap. la presse méd.), obligatoire pour les médec. militaires. — Inspecteur en chef, Dr Ad. Rëmmert, Cons. privé, méd. de la Cour Imp.

3. La Direction militaire médicale de la circonscription de Saint-Pétersbourg (Quai de Fontanka, 90), a les charges de la santé des troupes du Corps d'armée de la circonscription militaire. Inspecteur, Dr Enkhof, Cons. privé.

C. Ministère de la Marine.

La Direction de l'Inspecteur médical en chef de la flotte (édifice de l'Amirauté), représente l'institution supérieure médicale et administrative pour la marine. Inspecteur en chef, Dr Koudrine, Cons. privé, Chir. honor. de la Cour Impér.

D. Ministère de la Cour Impériale.

L'Inspection médicale du M. de la Cour (Fontanka, 31), a les soins de l'organisation du traitement médical de toutes les personnes attachées aux

établissements, palais et institutions qui relèvent du ministère, ainsi que l'état sanitaire de ces derniers; la pharmacie de la Cour (Canal de Catherine, 2), ainsi que le Grand Hôpital de la Cour (ib.) sont sous sa direction. Inspecteur, Dr Wiltschkovsky, Cons. privé.

E. Les Institutions de l'Impératrice Marie.

Dans ces « Institutions » sont compris beaucoup de lycées et instituts de jeunes filles, maisons des enfants-trouvés, des hôpitaux et hospices, un grand asile d'aliénés, des maternités, etc. La Chancellerie de S. M. I. pour les Inst. de l'Imp. Marie (Rue de Kasan, 7) et le « Conseil des Curateurs » ont la direction administrative et économique de tous les établissements. L'Inspection et le « Conseil médical » ont les charges de l'hygiène de l'organisation médicale de toutes les branches des « Institutions. » Inspecteur, Dr prof. Soutougouine, Cons. privé.

F. Société Impériale Philanthropique.

Le Comité médico-philanthropique (Ruelle Kousnétchny, 2), relève de la Soc. Imp. Phil. et a pour but de pourvoir aux secours médicaux pour la population indigente; il est autorisé à établir des dispensaires, à avoir ses médecins à lui et à fonder des institutions de bienfaisance et d'assistance publique. Il entretient à ses frais des médecins pour les pauvres et des sages-femmes dans divers quartiers de la ville, en tout, 10 médec. et 24 sages-femmes et plusieurs dentistes; il a aussi un dispensaire. Président, Dr A. Ebermann, Cons. privé.

V. Institutions savantes et enseignantes.

L'Académie de Médecine.

(Quartier de Vibourg).

L'Académie est sur le point de fêter son centenaire : elle se prépare déjà ; fondée en 1798 (le 18/30 décembre), elle a successivement passé du Ministère de l'Intérieur à celui de la Guerre et portait, jusqu'à l'année 1889, le nom « d'Académie Imp. médico-chirurgique » ; elle avait alors son Président et plus de 1500 étudiants, sans compter les cours de « l'Institut vétérinaire », qui était étroitement lié avec elle ; quoique du ressort du Ministère de la Guerre, elle avait toutes les libertés de l'enseignement universitaire, ayant le rôle d'une faculté de médecine ; ceux qui s'engageaient à servir une série d'années en qualité de médecin de l'armée recevaient des « bourses d'études ». En 1879 il y eut des changements ; on en fit une « Académie Imp. de médecine militaire » et ce nouveau but se manifesta dans maints côtés de sa vie : la quantité d'étudiants fut réduite (à 900-1000 élèves) et tous (hors un nombre minime) reçurent le grade « d'élèves militaires en médecine » ayant des bourses obligatoires, ainsi que le service forcé dans l'armée ; conformément aux règles de la discipline militaire, l'uniforme

fut introduit même pour le corps enseignant (professeurs, agrégés, assistants et médecins en chef ou adjoints des cliniques académiques) et le régime nouveau donna aux étudiants en médecine des inspecteurs militaires (colonels et capitaines), tandis qu'auparavant ces fonctions étaient dévolues à des médecins. L'Institut vétérinaire fut tout à fait aboli. L'Académie ne cessa pas, néanmoins, d'être une faculté de médecine pour St-Pétersbourg, l'université n'en ayant pas. Dotée par le Ministère de nouvelles divisions cliniques (pour mal. mentales et nerveuses, pour l'obstétrique, pour les maladies infectieuses) et disposant de sommes considérables pour l'entretien et l'agrandissement de ses laboratoires et cabinets d'études, elle joue ainsi maintenant un rôle important dans la vie scientifique et médicale russe et spéciale ment dans celle de la capitale. Ses diplômes et grades donnent tous droits, comme dans le temps. Son caractère scientifique et enseignant lui est resté, mais rentrant un peu dans les cadres. Son « Chef » actuel est le prof. Dr V. Paschutin, Cons. privé et Présid. du Conseil médical de l'Empire (voir p. 45); le « Secrétaire-Savant » est le prof. Dianine, dr en chimie et méd. Ses cliniques sont celles, qui lui ont été données encore dans le passé, par un capital de dotation de son premier Président le Baronet Willier, médec. de la Cour Impér. de Nicolas I. Elles portent le nom d'hôpital clinique Michel, du Baronet Willier » et sont les institutions fondamentales académiques; elles ferment leurs portes à la fin du semestre (le 1er mai) et les ouvrent en août et septembre. Mais ce qui fait la richesse de l'enseignement et des démonstrations cliniques c'est le grand « hôpital militaire clinique » avec toutes ses divisions, annexé à l'Académie et ne formant pour ainsi dire qu'un grand quartier avec elle. Quoique l'hôpital ait son administration à part, les professeurs de l'Académie sont reconnus en même temps « chefs de clinique » des divisions de leurs spécialités ; ce qui donne un grand avantage pour l'enseignement pratique de tous les élèves, du 5me au 8me semestre et des externes. Des groupes de médecins militaires sont (chacun pour 2 ans) attachés à l'hôpital et font le service des cliniques avec leurs élèves. Chaque groupe (pour la chirurgie, pour l'hygiène, pour les maladies internes, ainsi que les étudiants de semestre), passe ses examens de fin d'année, chaque printemps devant des commissions spéciales. Les médecins de l'armée de diverses circonscriptions militaires, des villes de toute la Russie arrivent à St-Pétersbourg, sur leur demande, avec l'autorisation des chefs et de la « Direction de médecine militaire », pour se former comme spécialistes des diverses branches de la médecine pratique, ou pour rafraîchir leurs connaissances, pour des thèses et travaux scientifiques spéciaux. Chaque année le Ministère les

admet par dizaines. Le temps de leur internat à l'hôpital clinique et des cours spéciaux, qui leur sont faits par les prof. de l'Académie, leur est compté en service actif; ils reçoivent outre les appointements réglementaires un supplément, des « bourses de voyage », s'ils sont élus, après le stage, pour être envoyés à l'étranger (pendant 2, 3 ans). Cette catégorie est recrutée en grande majorité parmi les jeunes médecins élèves de l'Académie, nommés au concours (6, 8 chaque année), pour rester, pendant 2 ans, près des cliniques académiques, en qualité d'internes et d'assistants ; plusieurs sont logés dans les divers quartiers d'hôpital. Ils forment « l'Institut du professorat », créé près l'Académie et sont aussi candidats à l'agrégation.

Les cliniques de Baronet Willier et du grand hôpital militaire fonctionnent auprès de l'Académie, pour l'enseignement.

Institut Impérial de médecine expérimentale.

(Ile Aptékarsky, rue Lopoukhinskaïa, 12).

C'est une institution supérieure de type académique, consacrée aux recherches de médecine scientifique. Elle a été fondée à ses frais par le Prince Alexandre d'Oldenbourg et a passé à l'Etat le 6 décembre 1890. Elle relève actuellement du ministère de l'Intérieur.

Curateur de l'Institut: S. A. M. le Prince Alexandre d'Oldenbourg. Directeur: le prof. S. M. Loukianov, gérant de la section de pathologie générale. Membres effectifs de l'Institut: prof. I. P. Palov, qui dirige la section de physiologie; prof. N. Guskov, la section anatomo-pathologique et de chimie biologique, et Dr A. Vladimirov. Chef du service de la vaccination Dr A. Craïouchkine.

L'Institut occupe une superficie le 61,677 mètres carrés ; sur cette superficie sont situés près de 30 bâtiments divers, dont 6 en pierre. La valeur totale des propriétés de l'Institut s'élève au chiffre de 600,000 r. Il est entretenu aux frais de l'Etat et, en partie sur les fonds spéciaux de provenance diverse. Le budget général de l'Institut s'élevait en 1895 au chiffre de 300,000 roubles.

Conformément à l'art. 1 du règlement: — « L'Institut de médecine expérimentale a pour but l'étude complète des causes des maladies, en général; de celles ayant un caractère infectieux, en particulier; de même que l'application pratique des moyens efficaces pour combattre les maladies et leurs suites ».

A l'heure, qu'il est, des recherches scientifiques, ayant un caractère théorique, sont poursuivies dans les 6 sections de l'Institut, embrassant presque l'ensemble des doctrines, considérées actuellement comme les bases des sciences médicales.

Aux recherches scientifiques, ayant un caractère pratique est affecté le service de vaccination antirabique d'après la méthode Pasteur; les sections, consacrées aux recherches purement scientifiques, ne restent pas d'ailleurs complètement étrangères aux besoins de la vie pratiques.

Les personnes gérant les sections scientifiques, portent le titre de « membres effectifs » de l'Institut et forment, sous la présidence du directeur, le « Conseil académique de l'Institut » ; la présidence honoraire du Conseil appartient au Curateur, ayant droit d'après le règlement, de présenter personnellement, en tout ce qui regarde les intérêts de l'Institut, des rapports à l'Empereur.

A la section de chimie biologique est annexé un laboratoire, pour la préparation des sérums-antidiphtérique, antistreptocoque et antistaphylocoque ; à la section d'anatomie pathologique, une riche collection de cultures bactériennes vivantes. La préparation du sérum Yersin, contre la peste, de la malléine et de la tuberculine se fait à la section d'épizootomie; grâce aux fonds, donnés par M. Orlov-Davidov, cette section peut également poursuivre des recherches sur la peste bovine. Toutes les sections de l'Institut sont disposées dans des bâtiments spéciaux, pourvus de tout les appareils scientifiques nécessaires. L'Institut dispose d'un grand nombre d'animaux de laboratoire, en vue des besoins de la médecine expérimentale.

La bibliothèque de l'Institut est composée de plus de 6,500 volumes ; une salle de lecture est annexée à la bibliothèque. Les « Archives des sciences biologiques », paraissant en russe et en français sous la rédaction de M. Vinogradski, sont l'organe officiel de l'Institut. Dans le cours de 6 années que compte l'existence de l'Institut, les recherches des laboratoires ont fait l'objet de plus de 250 communications scientifiques. L'Institut, ayant adopté le caractère d'un établissement d'enseignement, n'organise point de cours systématiques; néanmoins des cours spéciaux, ayant pour but d'initier les personnes, étrangères à l'Institut, aux travaux, qui y sont poursuivies, sont organisés de temps à autre à mesure que le besoin se fait sentir. Les personnes étrangères, ayant le désir de procéder aux recherches scientifique, sont reçues très volontiers à l'Institut.

Les maisons de santé et diverses institutions privées.

La capitale dispose d'un assez grand nombre d'établissements privés pour les consultations externes, aussi que pour les opérations et traitement médical en pension. Le nombre de lits diffère de beaucoup — notamment de 5 à 50 lits (la maison de santé pour les aliénés) :

mais la plupart sont de 10 à 20 lits. La plupart sont dans des pièces à part. Les malades de province, et même quelques-uns de la ville, y viennent séjourner pour un certain temps en traitant à des conditions spéciales pour chaque cas avec le directeur et le médecin-spécialiste. Il existe 2 maisons de santé pour les aliénés, celle du Dr Frey et du Dr Stein, des polycliniques pour les maladies des yeux ; plusieurs pour le massage et la gymnastique suédoise, pour la gynécologie, une école dentaire ; des quartiers vétérinaires ; des polycliniques pour le traitement par l'hydrothérapie et l'électricité ; des laboratoires pour les analyses des déjections, d'autres pour les analyses des produits alimentaires ; des cabinets de bactériologie ; 2 établissements pour le traitement des malades avec du sang frais et des organes d'animaux ; deux laboratoires pour des extraits d'organes, des dispensaires pour la vaccination ; des bureaux pour les nourrices, etc. Tous ces établissements jouissent d'une bonne réputation et ont une clientèle fixe ; beaucoup ferment pendant l'été. Quelques-uns ont des consultations externes. Plusieurs grandes fabriques et usines des quartiers éloignés ou des environs de Péterbourg ont leurs lazarets privés et des consultations pour les ouvriers et le personnel des bureaux (p.e. l'usine de Putilov, la fabrique des frères Wargounine etc., etc.) ; un hôpital-sanitaire pour les phtisiques « Chalilà » est à 2 ½ h. de chemin de fer (Ligne de Finlande), sous le Haut patronage de S. M. l'Empereur ; un autre est projeté par l'« Assoc. des médec. Russes ».

Ces établissements médicaux remplissent à côté des grandes institutions de l'Etat et de la municipalité, les mêmes fonctions humanitaires et sont un supplément nécessaire dans la vie d'une grande ville.

XIV. La presse médicale.

Archives des sciences biologiques, publiées par l'Institut de médecine expérimentale en langue russe et française. Il paraît de 5 à 6 livraisons par an. Rédacteur en chef : M. le prof. S. N. Vinogradski. L'abonnement au journal pour l'édition russe coûte 6 roubles par an pour la Russie et 7 roubles pour l'étranger. L'édition française coûte 7 roubles pour la Russie et 8 roubles pour l'étranger. Adresse : Ile des Apothicaires (Aptékarski-Ostrov), rue Lopoukhinskaïa, 12.

Archives des sciences vétérinaires. Mensuel. Rédacteur M. G. Sviétlov. Prix d'abonnement : 5 r. par an. Adresse : Rue Schpalérnaïa, 48.

Gazette des Hôpitaux de Botkine. Hebdomadaire. Rédacteurs-éditeurs : Dr Botkine fils, Volkov, Niétchaïév, Possadski et Sirotinine. 8 roubles par an Adresse : Boulevard des Gardes à cheval, 8. Subside de la municipalité.

Journal de médecine militaire. Mensuel. Rédacteur en chef : M. le Dr A. I. Biéliaïév. Abonnement : 8 roubles (frais de poste compris) ; avec suppléments : 17 roubles par an. Adresse : Rue Karavannaïa, 1.

Vratch (Le médecin), Hebdomadaire. Rédacteur en chef : M. le prof. V. A.

Manasséine. 9 roubles par an. Adresse: Bureaux — Persp. de Névski, 14; Rédaction — Rue de Simbirsk, 12 (côté de Vibourg).

Messager de médecine vétérinaire publiée par la société des médecins-vétérinaires de Saint-Pétersbourg. Paraît deux fois par mois. Rédacteur : le prof. Vorontzov. 8 roubles par an. Adresse: Persp. de Névski, 98.

Messager d'hygiène publique et de médecine légale pratique. Publié par le Département médical du Ministère de l'Intérieur. Rédacteur, Dr Ouvarov. Prix de l'abonnement, 7 roubles par an. Adresse: rue du Théâtre, 3.

La médecine pratique. Rédacteur, Dr Stoltz. Prix, 8 roubles par an. Adresse: rue de Kasanskaïa, 44.

Journal d'obstétrique et des maladies des femmes. Mensuel. Rédacteurs : MM. le prof. Ott et Dr Litckousse. 8 roubles par an. Adr.: rue Nijégorodskaïa, 14.

Journal de chimie et de pharmacie médicales. Rédacteur, le prof. M. A. Poël; 2 roubles 58 kop. par an. Adr.: Wassili-Ostrov, 7e ligne, pharmacie Poël.

Journal de la Société Russe d'hygiène publique. Mensuel. Rédacteur, Dr A. A. Lipski. Prix de l'abonnement, 4 roubles par an. Adr., ruelle Dimitrovski, 15.

Messager de l'art dentaire. Mensuel. Rédacteur, M. V. Abolienski. Prix. 6 roubles par an. Adr.: Perspective de Nevski, 79).

La Médecine. Hebdomadaire. Rédacteur, Dr Vassiliev. Prix, 8 roubles par an. Adr., rue aux Pois (Gorokhovaïa), 40.

Supplément médicaux au Recueil de la Marine. Mensuel. Rédacteur, Dr Perfiliev. 4 roubles par an. Adr., Amirauté.

Messager de psychiatrie clinique et de neuropathologie. Réd., prof. honor. I. Mierjievsky, Academicien; 2 fois par an. 6 roubles par an. Adr., Nevsky, 14.

Revue de psychiatrie de neurologie et de psychologie expérimentale. Mensuel. Rédacteur, le prof. W. Bekhtérev. 10 roubles par an. Adr., Persp. de Nevski, 14.

Archives de psychiatrie, neurologie et de médecine légale, 6 livr. par an. Réd., le prof. Dr Kowalevsky; prix, 8 roub. par an. Adr., Nevsky, 14.

Les questions de la médecine psychique, 2-4 livr. par an. Réd., prof. Sykorsky (de Kiew); prix, 6 roub. par an. Adr., Nevsky, 14.

Revue de la santé publique. Rédacteur, Dr Dmitriev. Adr., Persp. de Litéinaïa, 60.

La Médecine pratique. Mensuel. Rédacteur, Dr Herzenstein. Abonnement, 10 roubles par an. Ad., rue de Kasan, 44.

Archives Russes de pathologie, de médecine clinique et de bactériologie. Mensuel. Rédacteur, prof. Podvissotzki (de Kiew). Prix, 10 roubles par an. Persp. de Nevski, 14.

Médecine et hygiène contemporaine. Mensuel. Rédacteur, le prof. Afanassiev. Prix de l'abonnement, 10 roubles par an. Adr.: Liteinaïa, 33.

Travaux de l'association des pédiatres de Saint-Pétersbourg. Semestriel. 2 roubles par an. Adr.: Persp. de Nevski, 14.

Travaux de l'association des médecins russes de Saint-Pétersbourg Mensuel. Rédacteur, le prof. Janovski. 3 roubles par an. Adr.: Rue de Samara, 7.

Messager de chirurgie. Mensuel. Rédacteurs, MM. le prof. Véliaminov et N. V. Sklifassovski. Prix de l'abonnement, 7 roubles par an. Adr.: rue Kirotnaïa, 18.

St-Petersburger medicinische Wochenschrift. Hebdomadaire. Rédacteur, Dr Vannach. Abonnement, 8 roubles par an. Adr.: Persp. de Nevski, 14.

Messager de la Société Russe de la « Croix Rouge. » Hebdom. Réd., Général Zikoff. Adr. : Fontanka, 145. Prix, 3 roub. 25 kop. par an.

XV. Sociétés médicales de Saint-Pétersbourg.

1. L'Association des médecins russes, fondée en 1833, statuts larges ; société scientifique de premier ordre, mais s'occupant aussi des questions pratiques (fonds p. e. en mémoire du prof. Botkine ; un comité pour la fondation des « asiles sanitaires pour les phtisiques », pour lesquels S. M. l'Empereur a fait don de terres et d'un capital spécial, etc.) Le profes. Botkine fut le président de l'Assoc. jusqu'à sa mort. Le président actuel, le prof. L. Popoff, de l'Acad. de médec. : Secrét., général, le prof. B. Sirotinine. Lieu des réunions, salle des séances de la Soc. de la « Croix-Rouge. », rue des Ingénieurs, 9 ; séances deux fois par mois, les jeudis à 8 h. du soir. Ses organes sont le « Bulletin » et les « Travaux » de la Soc. (voir ci-devant « la Presse médicale. »

2. Société des médecins de la marine, fondée en 1858. — Président : Dr Koudrine, Insp. en chef de la flotte ; lieu de réunion : salle de l'Amirauté ; jours des séances : les mardis 2 fois par mois.

3. Société Russe d'Hygiène Publique, sous le Haut Patronage de S. A. I. le Gr. Duc Paul Alexandrovitsch ; fondée en 1877. Président : Dr Koudrine, Insp. de la flotte ; Vice-prés. : le comte de Suzor, Architecte de la ville ; secrét.-général Dr Gubert ; la société est divisée en plusieurs sections : 1, sect. biologique, présid. prof. V. Paschutine ; 2, s. de statistique, prés. Dr A. Lipsky ; 3, s. d'hygiène générale, prés. prof. d'hyg. S. Chidlovsky, 4, s. de l'hygiène scolaire. prés. Dr Virenius et 5, s. balnéologique, prés. prof. F. Pasternatsky. Bureaux de la Soc. et des sections, bibliothèque et salle de réunion, à l'administration centrale ruelle Dmitrovsky, 15 ; séances de chaque section, 2 fois par mois.

5. La Société pour combattre les maladies infectieuses (et spécialement les mal. vénériennes), fondée en 1896 sous le Haut Patronage de S. A. I. La princesse Eugénie d'Oldenburg, sa fondatrice. Président : le Prince d'Oldenburg. Lieu de réunion du bureaux, palais de L. L. A. A., champ de Mars.

6. Société des médecins de Saint-Pétersbourg ; fondée en 1859. Président : Dr Moritz. Ses comptes rendus sont imprimés dans le journ. « St-Petersbourg medic.-Wochenschrift ». Lieu de réunion : la bibliothèque de l'école allemande de Saints Pierre et Paul (persp. Nevsky).

7. Société des médecins allemands (« Deutcher ärztlicher Verein »), fondée en 1869. Président Dr Kërnig ; de réunion : hôpital pour les mal. des yeux (rue Mokhovaïa, 38), les lundis 1 fois par mois.

8. Société médicale de Saint-Pétersbourg, fondée en 1889 (auparavant, depuis 1872, la Soc. des médecins-praticiens). Président Dr Stolz, Cons. privé ; lieu de réunion. Salle de la « Croix Rouge » (rue de Ingén.), les mardis 2 fois par mois.

9. Société médico-chirurgicale de Saint-Pétersbourg, fondée en 1894. Présid. : le prof. Véliaminoff (Chir. hon. de la Cour. Imp.) ; lieu de réunion : hôp. Maximil.

10. Société Russe de Chirurgie, en mémoire de Pirogov ; Présid. : prof. Ratimoff (Chir.) ; ses comptes rendus sont insérés dans le « Messager de Chir. » ; lieu de réunion : la salle de la « Croix Rouge » ; les mercredis, 2 fois par mois.

11. Société des aliénistes de Saint-Pétersbourg, fondée en 1879. Président :

prof. honor. J. Mierjiewsky, Académ.; organes: les comptes rendus et les travaux, impr. dans « Mess. de psych. et neuropath. »; lieu de réunion, la clin. des mal. mentales, les samedis 1 fois par mois.

12. Société pédiatrique de Saint-Pétersbourg, fondée en 1885. Présid.: Dr Roussov; possède son organe: travaux de la Soc. 2 fois par an, lieu de réunion: salle de la Croix Rouge; 1 fois par mois.

13. Société Russe de Siphilolologie et de Dermatologie, fondée en 1885. Présid.: prof. honor. B. Tarnovsky; « comptes rendus » et « travaux »; lieu de réunion: salles de la Croix Rouge; une fois par mois, un samedi.

14. Société d'obstétrique et de Gynécologie, fondée en 1886. Présid.: prof. K. Slaviansky, Académ.; les comptes rendus sont insérés dans le « Journ. d'Obstét. et Gynécol. »; organe de la Soc.; lieu de réunion: Maternité, rue Nadejdinskaïa, 5; les jeudis, 1 fois par mois.

15. Société Russe d'Anthropologie, fondée en 1887. Présid.: prof. E. Inostrantzow (géologue); lieu de réunion: l'Université.

16. Société d'Anthropol. près l'Acad. de médecine, fondée en 1893. Présid.: prof. Dr Taranetzkv; les « travaux », 1 fois par an; lieu de réunion: l'Inst. Anatom. de l'Acad.; lundi, 1 fois par mois.

17. Réunion scientifiques des médecins de la clin. des mal. mentales, fondée en 1895. Présid.: prof. Bekhtérew: lieu de réunion: la clinique des mal. ment.

M. le Dr G. SOURDILLE
de Nantes

DES INJECTIONS SOUS-CONJONCTIVALES DE SOLUTION IODO-IODURÉE EN THÉRAPEUTIQUE OCULAIRE, ET EN PARTICULIER DANS LE TRAITEMENT DES CHOROIDITES.

— Séance du 10 août —

Si, depuis quelques années, l'étude clinique et pathogénique des affections de la choroïde et de la rétine a largement bénéficié des nouvelles découvertes, il faut avouer cependant que leur thérapeutique n'a pas marché d'un pas égal, et que le médecin se trouve souvent impuissant en présence des lésions graves du tractus uvéal. Après le loyal essai du mercure, des iodures, des injections de pilocarpine, il ne restait plus souvent au médecin qu'à assister à l'évolution progressive de l'affection, sans pouvoir y apporter un remède efficace. Cette insuffisance de la thérapeutique a stimulé le zèle des ophtalmologistes

et des recherches tant cliniques qu'expérimentales ont fait entrer le traitement de ces maladies dans une voie toute nouvelle.

Les injections sous-conjonctivales de sublimé, préconisées surtout par M. le docteur Darier, de Paris, ont marqué un progrès notable. Mais si ces injections ont une action merveilleuse dans les affections syphilitiques et les infections ectogènes de l'œil, leur rôle est moins brillant dans les choroïdites disséminées ou localisées non spécifiques et particulièrement dans ces formes si fréquentes, qui se développent chez les myopes avancés. En outre de cette inconstance dans les résultats, elles ont le désavantage de causer des douleurs très violentes, prolongées, et de produire une réaction très marquée.

Les injections sous-conjonctivales d'une solution concentrée de chlorure de sodium offrent à peu près les mêmes inconvénients, sans cependant en avoir les avantages.

En 1896, au Congrès annuel de la Société française d'ophtalmologie, le docteur Vignes, de Paris, rappelait la valeur depuis si longtemps connue de l'iode dans le traitement des affections du tractus uvéal, et communiquait les excellents résultats qu'il avait obtenus à l'aide des injections *sous-cutanées* d'une solution iodo-iodurée. Je ne parlais point à ce moment des expériences que j'avais entreprises dans une voie analogue, mes résultats étant alors trop récents et trop peu nombreux.

C'est en 1895, pendant que j'avais l'honneur d'être interne de M. le professeur Panas, que je fis mes premières tentatives. Je soignais alors dans une des salles de l'Hôtel-Dieu de Paris, une femme atteinte d'une tumeur de l'orbite, tumeur qui présentait les caractères de ces pseudo-sarcomes sur lesquels Esmarch venait d'attirer l'attention du public médical. Sur le conseil de mon maître, j'injectais trois fois par semaine sous la conjonctive de l'œil malade quelques gouttes d'une solution ainsi composée :

Teinture d'iode.....	1 gramme.
Iodure de potassium.....	1 gramme.
Eau distillée bouillie.....	100 grammes.

Une amélioration, je pourrais même dire une guérison rapide se produisit.

Frappé de la valeur de cette solution comme agent de résorption, j'ai, dès lors, appliqué systématiquement cette méthode au traitement des différentes formes de choroïdites : choroïdites disséminées, choroïdites maculaires, scléro-choroïdites postérieures, choroïdites atrophiques des myopes, chorio-rétinites syphilitiques.

Voici comment je procède :

Tous les deux ou trois jours, j'injecte sous la conjonctive bulbaire, après cocaïnisation, 4 ou 5 gouttes[1] de la solution suivante :

Iode métallique.....	1 ou 2 centigrammes
Iodure de potassium.....	1 gramme.
Eau distillée bouillie.....	30 grammes.

Cette solution est moins douloureuse que la première, en raison de l'absence de l'alcool, et m'a paru également plus efficace.

La douleur, peu violente, dure d'un quart d'heure à deux heures ; la réaction est modérée ; il se produit un léger chémosis qui disparaît au bout de 12 à 24 heures. D'autre part, je joins souvent à ces injections sous-conjonctivales l'électrisation par des courants continus, dont l'action sur la nutrition de ces yeux désorganisés est manifeste, et, en cas de syphilis, le traitement spécifique par les injections intramusculaires d'huile au bi-iodure du mercure (formule du professeur Panas).

Au bout de deux ou trois semaines, les résultats sont déjà palpables : les corps flottants diminuent de volume, les scotomes maculaires s'améliorent et l'acuité visuelle centrale remonte, même dans les cas de choroïdite maculaire, à pronostic à peu près désespéré.

Cette méthode ne s'applique pas seulement aux lésions de la choroïde. J'en ai obtenu des effets vraiment excellents dans quatre cas d'hémorragies profuses du vitré, et dans plusieurs faits de leucomes invétérés, rebelles jusque-là à tout traitement. Deux cas de kératite interstitielle diffuse des adolescents, quatre cas de kératite interstitielle profonde des vieillards, un cas d'épisclérite boutonneuse, ont été également rapidement enrayés par ces injections. Mais je ne veux retenir ici que les faits de choroïdites, et voici brièvement résumés, les observations que j'ai recueillies et les résultats que j'ai obtenus.

Observation I. — Mme C..., lingère, 58 ans (28 avril 1896). — Œil droit : V = 1/16. Leucome périphérique. Iritis ancienne avec synéchies incomplètes. Corps vitré ramolli, corps flottants. Plaques de choroïdite exsudative au pôle postérieur.

Le 18 août 1896, après douze injections iodo-iodurées, la vision était remontée à 1/3.

Observation II. — Mlle P..., 43 ans (38 septembre 1896). — Myopie de 18D avec acuité de 1/3. Nombreuses plaques de choroïdite atrophique, avec localisations périmaculaires.

Le 15 novembre 1896, la vision était remontée à 2/3.

Observation III. — M. B..., 43 ans, serrurier (6 novembre 1896). — Double chorio-rétinite spécifique, avec état jumenteux du corps vitré. Ne compte

1. Lorsque l'œil est déjà accoutumé à ce traitement, j'injecte jusqu'à 10 et 15 gouttes.

plus les doigts. Ce malade a été soigné depuis deux ans, dans différentes cliniques, sans aucune amélioration. Pendant trois mois, ce malade a été soumis tous les deux jours, aux injections intrafessières d'huile bi-iodurée et aux injections sous-conjonctivales de solution iodo-iodurée.

Au mois d'avril 1897, ce malade, jusque-là aveugle, avait 1/3 d'acuité visuelle et lisait le journal.

Observation IV. — M. O..., 45 ans, industriel (16 janvier 1897). — L'acuité visuelle des deux yeux est à peine de 1/2. Choroïdite disséminée ancienne. Le malade est soumis à l'iodure de potassium à l'intérieur, à l'électrisation et aux injections iodo-iodurées.

Au bout de treize injections, l'acuité était revenue à 2/3.

Observation V. — M. B..., 51 ans, tisserand (29 mars 1897). — Myopie de 28D ; l'œil droit n'a pas d'acuité visuelle chiffrable ; à gauche, V L 1/10. Scléro-choroïdite postérieure, avec choroïdite maculaire. Traitement : Injections sous-conjonctivales iodo-iodurées et électrisation.

Le 11 avril, O G V = 1/2. O D V = 1/10.

Observation VI. — Mme Ch..., 57 ans (10 avril 1897. — O D V = 1/50. O G V = 1/3. Myopie — 5,5D. Scléro-choroïdite myopique.

Après quatorze injections, O D V = 1/18. O G V = 1/2.

Observation VII. — Mme B..., 55 ans, professeur d'allemand (23 juin 1897).

O D V = ? Leucome. Iritis ancienne, ramollissement du corps vitré. Corps flottants. Choroïdite.

O G V = 1/6 avec 4,5D. Choroïdite postérieure, avec craquelures choroïdiennes du pôle postérieur au niveau de la macula.

Au mois d'octobre, après le traitement indiqué, état suivant :

O D, pas d'amélioration.

O G V = 1/3.

Observation VIII. — Abbé C..., 30 ans (28 juin 1897).

Myopie de 13 dioptries. O D V = 2/3. G G V = 1/20. Scléro-choroïdite postérieure, avec localisation maculaire à gauche.

Le 30 novembre, O D V = 1. O G V = 1/6.

Observation IX. — M. H..., 44 ans, marchand de porcs.

O D V = 1/3. O G V = 1/20 ; trouble du vitré, avec plaques de choroïdite.

Après traitement, le 11 janvier, O D V = 1/2, presque 2/3. O G V = 1/8.

Observation X. — Mme S..., 60 ans (29 septembre 1897).

O G. Compte à peine les doigts. O D V = 1/8 avec — 13D. Chorio-rétinite ancienne.

Après traitement par les injections sous conjonctivales iodo-iodurées, le 6 décembre 1897. L'état est le suivant : O G V = 1/10. O D V = 1/3.

Observation XI. — M. S..., 48 ans, boulanger (22 janvier 1898).

O G. Divergent, ne compte pas les doigts.

O D V = 1/12. Double choroïde disséminée. Fond d'œil absolument tigré.

Actuellement (juillet 1898), le malade a une acuité visuelle de 1/6 à droite ; à gauche ; aucune amélioration.

Observation XII. — M. G..., 50 ans, pharmacien.

O D. Compte à peine les doigts. Vaste atrophie choroïdienne péripapillaire cicatrices d'anciennes hémorragies maculaires.

O G V = 1/2, diff. avec — 11D. Vaste staphylome postérieur avec atrophie rimaculaire.

A plusieurs reprises, le malade est soumis aux injections sous-conjonctivales iodo-iodurées. Au bout de trois mois :

O D V = 1/8 avec — 11D.

O G V = 2/3.

Observation XIII. — Mme L..., 38 ans (3 mars 1898).

O D. Ne compte plus les doigts.

O G V L 1/10. Myopie de 14 dioptries. Scléro-choroïdite postérieure avec plaques de choroïdite maculaire.

Après vingt injections iodo-iodurées, nous avions, le 22 avril :

O G V = 1/3. O D = compte les doigts ; pas de vision centrale.

Observation XIV. — Mme M..., religieuse, 43 ans, (25 avril 1898).

O D. Myopie — 10D. V = 1/6 diff. O G. Myopie — G D V = 1/10. Choroïdite aréolaire : le fond de l'œil présente de grandes plaques d'atrophie blanche, avec quelques points pigmentés ; les cristallins sont légèrement troubles.

Le 20 juillet, après traitement iodé, la vision est remontée à 1/3 des deux yeux avec — 10 dioptries.

Observation XV. Mme H..., 47 ans (29 avril 1898).

O D V = 1/6 avec — 13D. O G V = 1/3 avec — 4,5D. Choroïdite atrophique de tout le segment postérieur, avec localisations paraculaires.

Traitement iodo-ioduré.

Le 12 juillet, O D V = 1/3 avec 13D. O G V = 1/2 avec — 4,5D.

M. le Dr F. JOUIN

à Paris

AVORTEMENT EN DEUX TEMPS. PROPHYLAXIE ET TRAITEMENT DES ACCIDENTS CONSÉCUTIFS [618.5]

— Séance du 10 août —

On donne en général le nom d'avortement à l'expulsion du fœtus avant sa parfaite viabilité.

Guillemot en distinguait trois espèces : l'avortement ovulaire avant le vingtième jour de la grossesse, l'avortement embryonnaire avant le quatre-vingt-dixième jour, et l'avortement fœtal, celui qui survient entre le quatre-vingt-dixième jour et le sixième mois.

En réalité cette division, comme toutes celles que l'on a pu donner depuis, est arbitraire et ne répond qu'à la majorité des cas, puisque l'avortement peut se produire d'une part avant le seizième jour, et

que l'on voit de temps en temps survivre des fœtus de moins de six mois, l'avortement n'étant plus alors un avortement, mais un accouchement anticipé.

Les avortements dont nous entendons décrire les complications en cette communication, se produisent ordinairement du cinquantième jour de la grossesse au commencement du cinquième mois ; mais cette délimitation elle-même n'est pas absolue, car on les observe assez souvent dans le cours du cinquième et même du sixième mois, et ils peuvent, plus rarement, se produire dès le quarantième jour.

Nous les définissons les avortements en deux temps, c'est-à-dire les avortements au cours desquels le fœtus et le placenta sont expulsés isolément et successivement comme au moment de l'accouchement.

Nous n'en décrirons ici ni les causes pathologiques, accidentelles ou provoquées, ni les symptômes, ces particularités étant très complètement exposées dans les traités d'obstétrique. De même nous passerons systématiquement sous silence les complications banales de ces avortements, hémorragies, fièvres puerpérales, etc., également bien décrites par tous les auteurs. Nous voulons seulement, en cette communication, nous étendre sur un accident signalé d'ailleurs dans les classiques mais sans insistance, alors qu'il est cependant une des clefs de voûte de la pathologie utérine.

Le plus ordinairement ces accouchements en deux temps sont suivis d'une rétention partielle du placenta, et cette rétention, même avec les précautions les plus minutieuses d'antisepsie, même avec les nombreuses médications dont la science dispose aujourd'hui, médications au premier rang desquelles nous n'hésitons pas à placer la quinine et ses dérivés, détermine une série d'accidents consécutifs qu'il importe de connaître, leur connaissance permettant toujours de les conjurer.

Si le placenta a été expulsé dans son intégrité, la femme perd un peu de sang pendant cinq ou six jours, son utérus demeure sensible, son ventre est douloureux jusqu'au retour des règles suivantes. elles-ci normales ou plus accusées à peine que les menstruations abituelles, sont suivies enfin de la guérison définitive.

Mais si l'on peut observer cette marche normale au cours du cinuième mois, elle est l'exception, la très rare exception pendant les uatre premiers mois, et les *moindres débris placentaires* (dans ois de nos observations ils n'atteignaient pas le volume d'un haricot) éterminent le plus souvent les phénomènes morbides suivants, que

l'avortement soit le fait d'un état pathologique local ou général, d'un accident, ou même d'une manœuvre criminelle.

L'hémorragie qui suit immédiatement l'expulsion du placenta se continue indéfiniment, cessant certains jours, mais remplacée alors par des pertes blanches glaireuses et très abondantes.

Les règles suivantes sont à peine indiquées par une recrudescence de ces symptômes locaux. La femme bientôt ne peut plus en fixer l'époque, les écoulements glaireux et sanguinolants se montrant d'une façon continue.

Trois mois, quatre mois et plus se passent, les hémorragies persistent, le ventre reste douloureux, avec des exacerbations parfois assez pénibles pour nécessiter le séjour au lit. Puis les règles s'accompagnent de véritables douleurs expulsives, les trompes peuvent se prendre et se dilater, les ovaires deviennent d'une sensibilité excessive. La malade est atteinte d'endométrite fongueuse d'abord, de métrite parenchymateuse ensuite, enfin de génitalite, c'est-à-dire d'inflammation de tous les organes de la génération.

Deux complications éloignées entrent alors en scène : la femme devient stérile ; l'inflammation de l'endomètre détermine de l'atrésie de la cavité.

Notre description doit s'arrêter ici, car l'état pathologique ainsi constitué se confond avec plusieurs autres, décrits dans les traités classiques sous la dénomination d'endométrie fougeuse.

Ajoutons seulement que ces fongosités d'origine placentaire ont été considérées par beaucoup d'auteurs, à l'opinion desquels plusieurs faits personnels nous permettent de nous rallier du moins pour certains cas, comme une des causes les plus fréquentes des fibrômes utérins.

Telle est la symptomatologie de la complication que nous décrivons, symptomatologie un peu schématique et en tout cas très résumée, et que l'on peut observer, mais alors exceptionnellement, même après l'avortement ovulaire, même après l'accouchement normal.

Quelles mesures prophylactiques et curatives pouvons-nous opposer à cette complication ?

Une seule s'impose impérieusement, efficace toujours pendant les premiers mois, palliative toujours et efficace encore quelquefois à partir du quatrième mois qui suit l'avortement : on doit pratiquer le *curetage de la matrice.*

Pendant les huit jours qui suivent l'accident ce curetage est infiniment simple, et peut être effectué même sans instrument spécial.

Il suffit en effet alors de porter dans le fond de l'utérus une pince dont l'extrémité sur une longueur de quelques centimètres seulement,

est préalablement enveloppée d'une lanière de gaze iodoformée. Par des mouvements de rotation on essuie pour ainsi dire la muqueuse et très facilement on arrive à détacher le ou les débris placentaires greffés sur sa surface.

A partir du dixième jour, il faut curetter avec une curette mousse et faire suivre l'opération d'un pansement intra-utérin à la gaze iodoformée.

Dès la fin du premier mois, nous avons recours à la curette tranchante et faisons suivre également l'opération d'un pansement utérin.

Mais si nous attendons plusieurs mois, si l'atrésie utérine a eu le temps de se constituer et on le constate facilement à la difficulté que l'on éprouve à pénétrer dans l'utérus, il ne faut plus se contenter d'un pansement intra-utérin consécutif, il importe de fixer dans la matrice une tige métallique qui y sera laissée un temps variant de un à plusieurs mois suivant la résistance de l'atrésie.

A ce prix, on obtiendra la guérison de la métrite, et si les trompes sont encore intactes, si l'ovaire n'a pas contracté d'adhérences pathologiques, la disparition de la stérilité pourra encore être espérée. Nous l'avons obtenue dans un cas, plus de trois ans et demi après la fausse-couche.

Nos observations sont nombreuses. Un certain nombre ont été suivies par des praticiens de haute valeur, les docteurs Ricoux, Leval, Armirail, etc.

Nous en signalons seulement deux qui nous paraissent particulièrement intéressantes.

Chez les deux malades, nous n'avions aucune raison de soupçonner l'étiologie que nous venons d'exposer : les patientes ne savaient pas avoir fait de fausse-couche. L'une et l'autre étaient affectées d'atrésie très-tenace et venaient nous consulter surtout au point de vue de la stérilité. Le curetage pratiqué dans le but de nous permettre l'application parfaitement aseptique de la tige intra-utérine, nous donna des débris dont le microscope décéla l'origine placentaire.

Et les malades interrogées d'une façon plus serrée, reconnurent avoir eu, avant le commencement des symptômes pathologiques pour lesquels elles nous consultaient, un retard dans leur menstruation, suivi d'une expulsion de caillots volumineux et durs, en un mot, une fausse-couche passée inaperçue.

En résumé, et pour conclure, nous estimons que l'avortement en deux temps, c'est-à-dire au cours duquel le fœtus et le placenta sont expulsés isolément, est ordinairement suivi, surtout pendant les quatre premiers mois de la grossesse, d'une rétention plus ou moins

considérable de débris placentaires; que cette rétention détermine des accidents prochains sinon immédiats d'endométrite fongueuse; qu'elle est la cause presque fatale d'une atrésie utérine et d'une stérilité d'autant plus tenace que la malade consulte à une époque plus éloignée de l'accident.

Que l'on conjure ces complications en effectuant après la délivrance le nettoyage de la cavité avec des lanières de gaze iodoformée enroulées autour d'une pince.

Qu'on les guérit radicalement au cours des premiers mois en pratiquant le curettage.

Qu'on les amende toujours et qu'on peut les guérir encore pendant plusieurs années, alors même que l'astrésie est très accusée, en curettant l'utérus, et en y tenant, pendant un temps variable suivant les cas, une tige métallique.

M. E.-D. LEVAT

Ingénieur civil des Mines à Paris

UNE NOUVELLE SOURCE DE PHOSPHATES FRANÇAIS LES PHOSPHATES NOIRS D'ACCOUS (BASSES-PYRÉNÉES)

(636)

— *Séance du 5 août* —

J'ai déjà eu l'honneur d'exposer à la Section d'Agronomie, au Congrès de Caen, en 1894, dans un court résumé, l'état à cette époque, de la production et de la consommation des phosphates dans le monde.

Le développement de l'industrie des phosphates s'est tellement accru dans ces derniers temps, qu'il m'a paru utile, à quatre ans de date seulement de ma dernière communication, de venir vous exposer, en quelques mots, les résultats obtenus depuis cette époque.

Je me propose en outre de vous entretenir d'un nouveau gisement de phosphates naturels, en territoire Français, que j'ai été appelé à reconnaître récemment. J'ai déjà entretenu la Section de Géologie de notre Congrès de ce nouveau niveau phosphaté, situé à la limite du

Dévonien et du carbonifère, en me bornant aux considérations purement géologiques. J'examinerai au contraire devant vous le côté économique et agricole de ces nouveaux phosphates qui, comme vous le verrez, présentent, tant au point de vue de leur aspect que de leur composition, diverses particularités remarquables.

Je diviserai donc mon étude en deux parties.

Dans la première, nous passerons rapidement en revue l'accroissement de la production des phosphates depuis ma dernière communication.

Dans la seconde, je vous entretiendrai des phosphates noirs des Basses-Pyrénées et de leur emploi en agriculture.

I

Des pays producteurs de phosphates naturels

France. — En France la situation ne s'est pas sensiblement modifiée en tant que production de phosphates naturels. Les riches gisements de la Somme s'épuisent de plus en plus. On utilise au contraire, soit par lavage et enrichissement, soit plutôt par mélange avec des sortes riches importées, les craies grises, à faible teneur, si abondantes dans la région du Nord-Est. L'emploi direct des phosphates broyés, provenant des nodules du Gault, continue à se développer d'une manière caractéristique, montrant que les agriculteurs se rendent de mieux en mieux compte des avantages que présente pour eux l'emploi direct des phosphates naturels.

Les exploitations de phosphates concrétionnés en poches, du Lot, sont complètement arrêtées.

On trouvera plus loin des renseignements sur les nouveaux gisements phosphatés des environs d'Oloron.

Algérie. — La situation est meilleure en Algérie ; ainsi que je le faisais prévoir, les exploitations de phosphates algériens ont pris, dans la région de Tébessa, un développement considérable. Voici un tableau instructif à ce sujet.

EXPORTATION DE PHOSPHATES PAR LE PORT DE BONE DE 1894 A 1897

ANNÉES	EXPORTATION POUR LA FRANCE TONNES	EXPORTATION POUR L'ÉTRANGER TONNES	EXPORTATION TOTALE TONNES
1894	3.145	46.448	49.593
1895	34.835	77.160	111.995
1896	34.661	105.379	140.040
1897	70.155	136.927	207.082

Ces phosphates ayant une teneur moyenne de 60 °/₀ de phosphate tribasique de chaux, représentent, une fois transformés en superphosphates, forme sous laquelle ils sont vendus, un poids double du tonnage initial. C'est donc une quantité annuelle de 414.000 T. de superphosphates que l'Algérie déverse en ce moment en France, au plus grand profit de tous.

On remarquera que l'emploi des phosphates Algériens, dans les usines Françaises, a plus que doublé depuis deux ans. C'est une circonstance dont on ne peut que se réjouir, car comme je le disais en 1894, en me plaignant de l'abstention au marché français dans les débuts des phosphates de Tebessa, notre pays est *exportateur* de phosphates naturels, et *importateur* de superphosphates, laissant ainsi aux usines étrangères le bénéfice de la transformation.

D'autres centres phosphatiers, notamment sur la ligne de Sétif : à Tocqueville, à Bordj-Bou-Arréridj sont en voie d'organisation. Ces phosphates sortent par le port de Bougie.

On voit en résumé que l'Algérie est en voie de progrès rapides. Malheureusement, la réglementation nouvelle (Décret du 25 Mars 1898) va les ralentir. Cette législation des phosphates algériens sur laquelle je ne puis m'étendre ici est un nouvel exemple, ajouté à tant d'autres, du plaisir inné que nous avons en France à détruire l'esprit d'entreprise et toute tentative d'initiative individuelle sous couleur d'empêcher les spéculations.

Tunisie. — En Tunisie, les grands gisements de phosphate situés aux environs de Gafsa sont à la veille d'être reliés au port de Sfax par une ligne de chemin de fer de 250 kilom. de longueur dont je vous faisais prévoir la nécessité dès 1894. Il est probable que l'année 1899 verra l'ensemble du chemin de fer et des exploitations en pleine acti-

vité. De ce chef, un trafic annuel au moins aussi considérable que celui de Tebessa est à prévoir, sinon dès la première année, au moins dans un avenir très-immédiat.

ETATS-UNIS. — Voici un tableau donnant en tonnes métriques l'ensemble de la production des phosphates naturels aux Etats-Unis depuis 1892 :

ANNÉES	CAROLINE DU SUD	FLORIDE	CAROLINE DU NORD	TENNESSEE	PRODUCTION TOTALE
1892	548.396	354.327	6.000	.....	908.723
1893	556.883	426.432	7.500	.....	990.815
1894	493.800	558.990	9.000	17.384	1.079.174
1895	515.734	530.356	7.500	45.329	1.098.019
1896	314.360	499.065	7.817	57.847	879.089
1897	333.626	442.303	7.000	119.599	902.428

Ce tableau montre clairement que les centres principaux de production, la Floride et la Caroline du Sud, sont en décroissance et peuvent difficilement lutter avec les prix actuels. La diminution de la production Américaine serait plus considérable encore si un nouveau facteur, le Tennessee, n'était venu relever le total avec un énorme accroissement de plus de 50 °/₀ sur l'année précédente, passant de 57,000 T. en 1896 à 119.000 en 1897.

Les conditions d'exploitation de ces derniers phosphates sont on ne peut plus favorables : vastes affleurements de la couche phosphatée qui ne dépasse guère en épaisseur 2 à 3 pieds, mais qui présente une teneur élevée et régulière et qui surtout ne demande pas, comme les phosphates de la Floride et de la Caroline, de lavage et de séchage préalables. C'est un facteur d'avenir très important. Je l'avais déjà fait pressentir en 1894.

On voit en résumé que les phosphates d'Europe tiennent tête avec succès à ceux du Nouveau-Monde et il est permis de dire que nous avons, tant dans l'Algérie que dans la Tunisie, les régulateurs du prix des phosphates. Je citerai même un fait nouveau, c'est l'importation déjà assez sensible aux Etats-Unis de phosphates d'Europe. C'est ainsi qu'en 1896-1897, les importations ont été de 8.427 tonnes et que dans les dix mois précédant le 30 Avril 1898, les importations de phosphate se sont élevées à 8.451 tonnes. Ce fait est caractéristique.

II

Phosphates noirs d'Accous

J'ai été appelé à examiner récemment les gisements phosphatés situés aux environs du village d'Accous dans la vallée d'Aspe à 28 kil. environ au sud de la ville d'Oloron.

Nature de ces phosphates. — Les échantillons que je présente à la section d'Agronomie et qui représentent la moyenne de la masse à exploiter, montrent, à première vue, que ces phosphates n'ont aucune ressemblance avec les phosphates ordinaires.

Les renseignements qui m'étaient fournis tendaient à considérer ces phosphates comme crétacés, mais un examen attentif des lieux m'a fait découvrir que ces matières devaient se trouver dans le même horizon géologique que les phosphates du Tennessee — dont l'exploitation a pris le développement que je viens d'indiquer — c'est-à-dire à la partie supérieure du Dévonien ou à la base du carbonifère.

Ces phosphates ne forment pas de poches ou amas discontinus, mais bien une couche continue, régulière, de couleur noire, brillante au sein des calcaires griottes et au contact de ces calcaires avec le terrain houiller inférieur. Ils ont été pris pendant longtemps pour de la houille ou de l'anthracite impure.

C'est par hasard qu'un paysan ayant appliqué des débris de ce minerai noir sur son potager, découvrit son influence puissante comme engrais; ce que l'analyse chimique confirma ensuite pleinement.

La caractéristique de ces phosphates qui les différencie nettement des phosphates algériens ou de la Somme, c'est la présence constante de la potasse et surtout de l'azote en quantité atteignant jusqu'à 6 à 7 kilogr. par tonne sur certains échantillons analysés. Sans tenir compte de ces teneurs exceptionnelles, on peut compter en moyenne sur 4 et 5 kilogr. d'azote par tonne de phosphate et ce, sur des échantillons déjà éventés, voisins de la surface.

Voici d'ailleurs une série d'analyses de ces phosphates, exécutées dans des laboratoires familiers aux membres de notre Section.

1° Analyses faites par M. Aubin, chimiste des Agriculteurs de France.

Eau	10.32 °/₀
Phosphate de chaux	27.34
Potasse	1.32
Silice et calcaire	31.76
Matières organiques	29.69

Au point de vue des matières fertilisantes contenues, voici deux analyses du même chimiste :

Azote		0.29	0.34 °/₀
Acide phosphorique		17.59	17.92
Potasse	Soluble	0.50	0.30
	Totale	2.88	1.69

2° Analyse de M. Henri Auriol, professeur d'agriculture à Genève (Suisse).

Acide phosphorique	13.19 °/₀
Potasse	1.06
Matières organiques	29.08 dont azote 0,585 °/₀
Chaux, magnésie	7.23
Silices et silicates insolubles	38.69
Eau	1.65
Fer, alumine	9.10

3° Analyse de M. Lebrun, professeur d'agriculture à Lembeye.

Eau	10.47 °/₀
Matières organiques	27.92 dont azote 1,77 °/₀
Acide phosphorique	17.57
Chaux et silice	42.05
Potasse	1.19

Les premiers échantillons ont été pris à la surface de la couche. La teneur en azote paraît augmenter notablement au fur et à mesure qu'on pénètre plus profondément dans l'intérieur.

Comme on le voit, ces phosphates, sont caractérisés par une forte proportion de matières organiques (28 à 29 °/₀) par une teneur assez constante en acide phosphorique (13 à 17 °/₀) et enfin par la présence d'une teneur en azote comparable à celle des meilleurs fumiers de ferme.

Emploi de ces phosphates. — Une pareille matière, facile à réduire en poudre, était tout indiquée pour l'emploi direct. Sa forte teneur en matières organiques pouvait faire espérer une facile assimilation de

l'acide phosphorique par les végétaux. Les phosphates d'Accous ne contenant pas de chaux libre devaient, a priori, réussir moins bien dans des sols calcaires ou argilo-calcaires que dans les sols acides ou tourbeux. En fait la presque totalité des emplois s'est faite jusqu'ici sur des terres de l'arrondissement d'Oloron et de Pau qui appartiennent à la catégorie des sols siliceux ou argilo-siliceux moyennement caillouteux.

Malgré le court laps de temps qui s'est écoulé depuis la découverte de cet engrais naturel, découverte qui date de la fin de 1896, les preuves de son efficacité sont déjà nombreuses et aucun insuccès n'a été constaté dans son emploi.

Je tiens à la disposition de ceux de mes collègues qui désirent en prendre connaissance, les comptes rendus des personnes qui ont employé ces phosphates, comptes rendus qu'émanent non seulement d'agriculteurs compétents, mais aussi de divers syndicats agricoles qui ont employé en 1897 et 1898 les phosphates naturels d'Accous.

Pour résumer rapidement ces résultats, je dirai que les phosphates d'Accous titrant 14/16, simplement broyés à la meule et non blutés, appliqués sur le sol à raison de 500 kilogr. à l'hectare, ont donné constamment, à dose égale, des résultats supérieurs aux meilleurs superphosphates titrant 16/18.

Comparés aux scories de déphosphorations, les phosphates naturels, appliqués dans la proportion réduite de 40 0/0 du poids des scories (400 kilos d'Oloron, contre 1,000 kilos de scories) ont donné des résultats supérieurs à cette dernière classe d'engrais.

Employés seuls sur des terres très maigres, à la dose de 800 kilos par hectare, les phosphates d'Oloron ont donné en 1897 un rendement en grain de 25 % supérieur à celui des meilleures terres de l'arrondissement d'Oloron.

Ce résultat a été officiellement constaté par la Société d'Agriculture des Basses-Pyrénées.

J'ai eu surtout pour but, en entretenant de nouveau la Section d'Agronomie de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences de la question des phosphates, de provoquer de nouveaux efforts, de nouvelles études sur l'emploi direct des phosphates dans la culture. L'intérêt commun des producteurs et des consommateurs de phosphates l'exige. Il est évident que ceux-là, les producteurs, ne peuvent descendre au-dessous d'un certain minimum du prix de vente sans se trouver en perte et par conséquent sans arrêter leurs travaux d'extraction. Déjà aux cours actuels, on est obligé, avouons le, de gaspiller les gisements en écrémant les parties riches, seules suscep-

tibles de supporter les frais de transport et de laisser les phosphates à teneurs basses ou moyennes qui sont perdus pour tout le monde.

Dans cette voie, les agriculteurs peuvent apporter un puissant concours aux exploitants, en étudiant mieux le mécanisme de l'assimilation par les végétaux, encore entouré de tant d'inconnu. Je terminais ma communication d'il y a quatre ans en formant le vœu que le fameux « pouvoir absorbant » du sol, mot qui a servi d'explication satisfaisante aux générations qui nous ont précédé, pour définir cette propriété remarquable que possède la terre arable d'arrêter au contact de la couche superficielle les trois substances les plus utiles à la végétation : l'ammoniaque, l'acide phosphorique et la potasse, fasse place enfin à une explication scientifique. On aura ainsi fait rentrer dans le domaine des lois générales de la chimie, des phénomènes dont la complexité est due principalement à l'ignorance où nous sommes de leur cause.

Souhaitons que ce jour soit proche.

Notre admirable organisation des Syndicats agricoles a rendu et rendra à ce point de vue d'inappréciables services. Multipliant les points de contact entre les personnes de toutes conditions, qui demandent leur pain à la terre, conformes au bon sens inné et à l'esprit sociable qui est l'apanage de notre race, ces institutions sont le plus puissant moyen d'instruction mutuelle, d'émancipation et de progrès dont aient jamais disposé les Agriculteurs Français.

M. Ch. DASSONVILLE

Docteur ès Sciences, Vétérinaire au 12e Régiment d'Artillerie, à Vincennes

INFLUENCE DES SELS MINÉRAUX SUR LA VÉGÉTATION DU SARRASIN ET DU CHANVRE[1] [631]

— Séance du 11 août —

Le 15 mai 1896, j'ai semé en lignes, dans des carrés de terrain ayant chacun 1 mètre de côté, des graines de sarrasin (poids égaux dans chaque carré). J'ai semé aussi du chanvre. Je m'étais donné

1. Résumé d'expériences faites au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

comme but de comparer, sur chaque récolte, les effets de divers sels que j'introduisais dans le sol à des doses différentes.

Quatre carrés sont affectés à l'étude de chaque sel : je dissous 50 grammes du sel dans de l'eau, puis j'arrose le premier carré avec 1/15 de la solution, le second avec 2/15, le troisième avec 4/15, le quatrième avec 8/15 ; les poids du sel mis dans les carrés varient donc comme 1, 2, 4, 8, et ont respectivement pour valeur absolue 3 gr. 333 — 6 gr. 666 — 13 gr. 332 — 26 gr. 664. Les semis sont faits après ces arrosages.

Les sels dont j'ai étudié les effets sont les suivants :

Chlorure de sodium, chlorure de potassium ;

Azotate de soude, azotate de potasse, azotate d'ammoniaque :

Sulfate de magnésie, sulfate de chaux ;

Phosphate de potasse, phosphate de peroxyde de fer ;

Oxalate de potasse.

Quatre carrés servant de témoins n'ont rien reçu.

Action sur la germination

Le Chlorure de potassium à la dose de 13 gr. 332 (carré n° 3) a montré, dès le début, une action très favorable à la germination des graines du sarrasin.

Le 1er juin, en effet, les plantes présentent, dans ce carré, des axes hypocotylés de 5 centimètres de longueur, avec des cotylédons parfaitement étalés, alors que dans les autres carrés, pas une plante n'est encore sortie de terre.

Le Chanvre a germé très tard, en présence de l'oxalate de potasse.

Je n'ai pas noté d'effet appréciable sur la précocité de la germination dans les autres cultures.

Le poids des graines semées ayant été le même dans chaque carré, il semble que l'on puisse apprécier l'effet des divers sels sur la germination par le nombre des plantes qui ont été récoltées. Mais, les causes nombreuses qui peuvent nuire au développement du végétal au début de la germination et la qualité variable de la semence ne nous permettent pas d'attacher un caractère suffisamment précis au nombre de plantes récoltées rapporté à celui des grains semés.

Toutefois, lorsqu'en présence d'un sel, dans toute une série de cultures, le nombre des plantes qui se sont développées est très faible, on est en droit de penser que ce sel a exercé une influence nuisible à la germination.

C'est le cas de l'oxalate de potasse dans les expériences sur le

Chanvre (voir plus loin tableau B) ; cette constatation confirme d'ailleurs le retard que j'ai observé dans l'apparition des plantes.

On peut donc conclure : *Le chlorure de potassium, à la dose de 13 gr. 332 par mètre carré de terrain, favorise la germination du Sarrasin ; l'oxalate de potasse nuit à la germination du Chanvre.*

Appréciation des récoltes

L'aspect extérieur des récoltes permet de se faire une première idée approximative sur l'influence d'un sel. Le résultat ainsi obtenu est assurément peu précis. On arriverait à une conclusion plus exacte en pesant toutes les récoltes à l'état vert. Mais ici, une cause d'erreur importante intervient : il est pratiquement impossible de séparer complètement, à l'état frais, les racines de la terre qui les entoure.

D'ailleurs, les végétaux contiennent une grande quantité d'eau. Les plantes qui, par leur aspect extérieur, paraissent les mieux développées, dont le poids frais serait le plus considérable, ne sont pas nécessairement celles qui, dans le cours de leur végétation, se sont assimilées le plus de substances diverses, carbone, azote, sels minéraux, etc.

Ce qui mesure avec le plus d'exactitude le développement réel du végétal, la quantité de substances qu'il a fabriquées, c'est le poids sec de la récolte.

La comparaison des résultats obtenus par ces deux méthodes renseigne sur la quantité d'eau que contient une récolte. C'est souvent à cette quantité d'eau qu'est due l'exubérance de la végétation de certaines cultures, tandis que d'autres cultures d'un aspect moins beau fournissent des récoltes ayant un poids sec plus considérable, par conséquent sont plus belles, en réalité.

I. — Sarrasin

1° Aspect extérieur des récoltes

Pour donner une idée de la marche du développement, j'examinerai les cultures à deux époques différentes, au 17 juin, et au 21 juillet 1896. A cette dernière date, toutes les plantes étaient en fleurs.

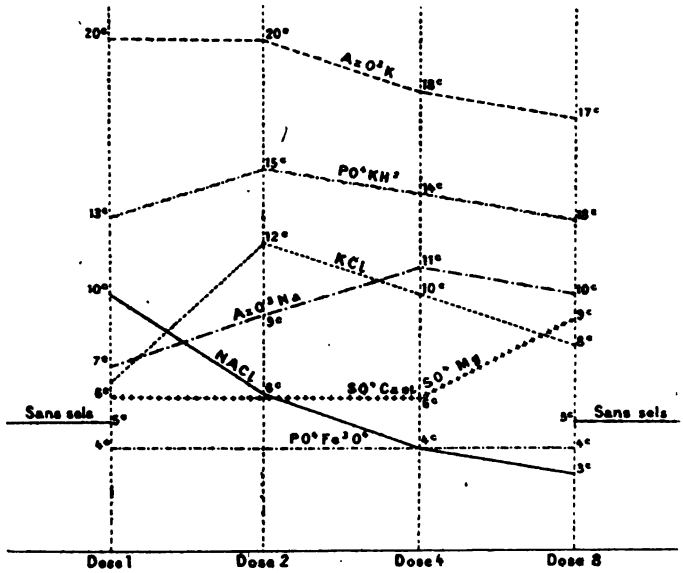
I. Chlorures.

A. Chlorure de sodium. *17 juin.* — Les tiges les mieux développées n'ont pas plus de 6 centimètres.

Les entre-nœuds sont courts, les feuilles petites (1 cent. 1/2). C'est dans le carré n° 1 (dose 3 gr. 333) que les plantes sont le moins atrophiées.

21 juillet. — Dans les divers carrés, le développement est en raison inverse de la quantité de chlorure de sodium ajoutée au sol. En outre, on constate aisément que ces quatre carrés fournissent des récoltes incomparablement plus pauvres que celles où il y a d'autres sels et même que ceux des carrés où l'on n'a ajouté aucun sel.

En résumé, *le chlorure de sodium nuit à la végétation du Sarrasin. Son action nocive est proportionnelle à son poids*



B. Chlorure de potassium. *17 juin.* — La dose 13 gr. 332 (carré n° 3) se montre très nettement optima dans la culture : les organes aériens ont 14 à 15 centimètres de longueur. Les tiges sont, en général, garnies de cinq feuilles, dont les plus grandes dépassent 4 centimètres ; presque toutes portent des fleurs.

A la dose de 6 gr. 666, la hauteur maxima est de 9 centimètres. Les tiges les mieux garnies ont deux feuilles aussi larges que dans le carré précédent, mais sensiblement plus courtes.

Le développement est encore moindre à la dose de 3 gr. 333 de sel.

Avec la plus grande quantité du chlorure employée, 26 gr. 664 (carré n° 4), les plantes sont moins développées qu'avec la dose la plus faible. Les feuilles, au nombre de deux seulement par individu, ne dépassent pas 2 centimètres. Elles sont jaunes, leurs nervures, colorées en rouge intense, trachent violemment sur le limbe.

21 juillet. — L'optimum n'est plus à la dose 13 gr. 332 ; il est à la dose 6 gr. 666 (carré 2) et l'ordre suivant lequel la végétation décroît est représenté par les proportions respectives 2 1. 4. 8 de chlorure, c'est-à-dire dans les carrés n° 2, n° 1, n° 3, n° 4.

Ces quatre cultures sont moins chétives que celles obtenues avec le chlorure de sodium, mais elles sont inférieures à presque toutes les suivantes [1].

1. A l'époque de la floraison, les ramifications de la plante, le nombre et les dimensions des feuilles sont trop variables pour qu'il soit possible de donner des valeurs numériques sur la taille de la tige et des feuilles des diverses plantes.

On peut conclure : *Pendant les premiers temps de la végétation, les organes aériens du Sarrasin croissent avec les proportions plus grandes de chlorure de potassium ; cet effet s'arrête à une certaine dose, qui est optima, au-delà de laquelle le sel est nuisible à la plante. A l'époque de la floraison, la dose optima du début est manifestement nuisible et le maximum de développement s'observe à une dose moins concentrée.*

II. Azotates.

A. Azotate de soude. *17 juin.* — Développement peu avancé. Les cotylédons seuls sont étalés ; les axes hypocotylés, rudimentaires. La hauteur maxima est de 4 centimètres. Dans le carré n° 4, les plantes sont tout à fait rabougries.

21 juillet. — Les organes feuillés sont très petits. Ce sont les plus petits, après ceux de la culture en chlorure de sodium ; mais les feuilles sont arrondies au lieu d'être acuminées comme dans les cultures précédentes et elles ont une coloration vert foncé.

En somme, l'*azote de soude est manifestement nuisible à la végétation du Sarrasin ; ce sel donne aux feuilles une teinte verte particulière.*

B. Azotate de potasse. *17 juin.* — En présence de ce sel, les plantes ont des dimensions plus grandes que dans toutes les autres cultures. Les individus atteignent une hauteur qui dépasse 18 centimètres. Les entre-nœuds sont longs et gros. Les feuilles sont aussi larges que longues (4 centimètres). Elles ont une coloration vert foncé, analogue à celle de la culture dans l'azotate de soude.

Le développement est un peu plus grand aux doses faibles (carrés 1 et 2) qu'aux doses plus fortes.

21 juillet. — Culture superbe, très supérieure à toutes les autres. Les feuilles sont larges et vert foncé. Pas d'optimum appréciable. En résumé, l'*azotate de potasse est très favorable au développement du Sarrasin. Les doses faibles de ce sel semblent les plus actives au début, mais (dans les conditions de l'expérience) le degré de concentration n'a aucune influence sur le résultat final. Ce sel donne aux feuilles une teinte verte particulière.*

C. Azotate d'ammoniaque. *17 juin.* — Les Sarrasins sont moins développés qu'en présence de l'azotate de potasse ; mais ils sont incomparablement plus hauts qu'avec l'azotate de soude, excepté pourtant dans le carré n° 4, où la tige n'atteint pas 3 centimètres ; c'est-à-dire, qu'à cette période, une dose très concentrée est nuisible.

Dans les carrés n° 1 et n° 2, les organes feuillés ont 7 centimètres. Dans le carré n° 3, la tige mesure 12 centimètres ; elle est garnie de feuilles nettement acuminées, de 3 cent. 1/2. Il y a donc optimum, à cette époque, pour la dose 13 gr. 332.

21 juillet. — L'optimum persiste dans le carré n° 3 et la culture et très belle bien que notablement inférieure à celle du nitrate de potasse. A la dose maxima, les plantes qui, le mois précédent, avaient semblé souffrir d'un excès de sel, ont pris d'assez grandes dimensions, bien que celles-ci soient sensiblement moindres que dans le carré n° 3.

Aux doses faibles, les plantes sont moins développées.

Il est à noter, enfin, que les feuilles ont pris la même coloration vert foncé et la même forme arrondie que dans les sols arrosés de nitrate de soude et de nitrate de potasse ; ce qui semble indiquer que les caractères que j'ai constatés en présence des nitrates, doivent être attribués à l'acide azotique.

En résumé, *le nitrate d'ammoniaque favorise le développement du Sarrasin, mais à un degré moindre que l'azote de potasse. Une dose très forte se montre, dès le début, préjudiciable. Il existe un degré de concentration optimum (13 gr. 332 dans nos recherches) pour toute la durée de la végétation.*

Il convient d'ajouter, à titre de conclusion générale : *L'acide des nitrates donne aux feuilles du Sarrasin une couleur verte très foncée.*

III Sulfates.

A. Sulfate de magnésie *27 juin.* — Les cotylédons seuls sont étalés. A la dose minima, les axes hypocotylés n'ont pas plus de 4 centim. Ils sont progressivement plus grands dans les terrains plus chargés de sels ; à la dose maxima, ils atteignent 7 centimètres.

21 juillet. — Les cultures sont assez bien développées. La plus belle culture est celle du n° 2.

En résumé, *pendant la première période de la végétation, les effets sont proportionnels aux doses de sulfate de magnésie ; vers l'époque de la floraison, les doses fortes ne se sont pas montrées avantageuses. Il y a eu un optimum ponr la dose de 6 gr. 666.*

B. Sulfate de chaux. *17 juin.* — La dose la plus concentrée donne de belles plantes qui, par leur taille, peuvent être classées après les plantes de l'azotate de potasse. Même aux doses plus faibles, ces plantes se sont toujours montrées supérieures à celles des cultures témoins qui n'avaient reçu aucun sel.

21 juillet. — Par l'aspect général de la récolte à cette époque, la sulfate de chaux se classe à côté du sulfate de magnésie ; mais ici, les plantes sont d'autant plus belles que le sol contient plus de sulfate de chaux.

En résumé, *le sulfate de chaux est favorable au développement du Sarrasin. Son action est proportionnelle à la dose* (dans les limites où ce sel a été employé).

IV. Phosphates.

A. Phosphate de potasse. *17 juin.*— La végétation est luxuriante, surtout dans les carrés les plus chargés en sels, où les tiges mesurent 9 centim. et portent de larges feuilles.

21 juillet. — La culture se classe après celle des nitrates de potasse et d'ammoniaque, avec optimum aux deux doses les plus faibles.

En résumé, *le phosphate de potasse est très favorable au Sarrasin, surtout à faible dose.*

B. Phosphate de peroxyde de fer. *17 juin.* — Les plantes sont hautes, mais grêles. Les tiges ont 12 centimètres de longueur, mais les feuilles sont très petites et jaunâtres. Il y a optimum dans le carré n° 3.

21 juillet — Le développement est à peu près analogue à celui du phosphate de potasse ; mais ici, ce sont les doses les plus fortes qui produisent les meilleurs effets.

Je dois noter que les feuilles sont restées jaunâtres pendant toute la durée de la végétation.

En résumé *le phosphate de peroxyde de fer favorise le développement du Sarrasin; mais, aux doses concentrées, il altère la couleur verte des feuilles.*

V. Oxalates.

Oxalate de potasse. *17 juin.* — Le développement est très régulier, et, en général, les plantes sont chétives. Certaines d'entre elles ont une tige feuillée qui

atteint 10 centimètres; mais beaucoup n'ont étalé que leurs cotylédons et leur axe hypocotylé ne dépasse pas 3 centimètres.

21 juillet. — La culture est uniforme, avec un léger avantage en faveur de la dose la plus faible. L'ensemble est comparable aux cultures en présence des sulfates. Mais, un fait particulier que l'on constate, c'est que les fleurs ont souffert et paraissent comme grillées.

En résumé, *l'oxalate de potasse s'est montré, dès le début, préjudiciable à un grand nombre de plantes ; cette action nuisible ne s'est pas maintenue et l'emploi du sel a donné une récolte assez avantageuse. Toutefois, les fleurs ont paru souffrir.*

VI. Cultures témoins.

17 juin. — Dans les cultures où il n'avait pas été ajouté de matière minérale, le développement, à cette époque, était moyen. Les éléments du sol ont suffi à donner des plantes mieux développées que dans les cultures arrosées de chlorure de sodium, d'azotate de soude, de sulfate de magnésie ou d'oxalate de potasse.

Le *21 juillet*, la culture témoin n'était plus supérieure qu'à celles de l'azotate de soude et du chlorure de sodium.

Classement des sels d'après la récolte qu'ils ont fournie.

L'ordre décroissant suivant lequel on pouvait ranger les récoltes d'après leur développement moyen, à l'époque de la floraison, est le suivant :

Azotate de potasse,
Azotate d'ammoniaque,
Phosphate de potasse,
Sulfate de chaux, sulfate de magnésie,
Oxalate de potasse,
Phosphate de peroxyde de fer,
Chlorure de potassium,
Culture témoin.
Azotate de soude.
Chlorure de sodium.

Conclusion. — L'action des sels sur la forme et les dimensions des plantes, d'après ce qui vient d'être dit, peut être résumé ainsi :

Chez le Sarrasin, l'azotate de soude et le chlorure de sodium sont nuisibles, en tout temps, à la culture.

Le chlorure de potassium se montre favorable à faible dose, nuisible à dose concentrée.

L'azotate de potasse, l'azotate d'ammoniaque, le phosphate de potasse, le sulfate de chaux et le phosphate de fer sont des sels fertilisants pendant toute la durée de la végétation. (Cette énumération les classe dans l'ordre de leur utilité décroissante.

Le sulfate de magnésie et l'oxalate de potasse retardent le développement au début. Plus tard, ils exercent une action favorable qui les classe près du sulfate de chaux.

L'acide nitrique des azotates donne aux feuilles une coloration vert foncé, caractéristique.

2° Poids sec.

Le nombre des plantes qui se sont développées a été parfois très différent, suivant les carrés. Aussi, pour comparer l'effet des diverses doses d'un même sel ne doit-on pas considérer le poids brut de ce sel mis dans le sol, mais le poids moyen que chaque pied à eu à sa disposition. Il peut arriver en effet que, dans un sol pauvre en sel, le nombre des graines ayant germé soit très faible ; et alors, chaque pied développé a pu utiliser plus de substance minérale que ceux du carré voisin dans lequel le poids de sel mis dans le sol était plus considérable, mais où il y a eu beaucoup plus de plantes à se partager ce poids.

Dès lors, il m'a semblé préférable d'établir le rapport qui existe entre le poids sec de chaque plante et la quantité de sel qui lui a été fourni que de rechercher la relation entre ce poids et le degré de concentration du sol.

Pour le Sarrasin, la distinction n'a pas d'importance, parce que, dans chaque culture, les plantes ont pu prendre une dose proportionnelle au degré de salure du terrain (tableau A); mais il n'en est pas de même pour le chanvre, ainsi qu'on le verra plus loin (tableau B).

Le poids sec a été déterminé sur les plantes entières, les racines soigneusement débarrassées de la terre restée adhérente. Après un séchage de plusieurs mois à l'air libre, les plantes ont été coupées en petits morceaux, puis séchées à l'étuve. Quand, après plusieurs jours, le degré de siccité était devenu suffisant, les échantillons étaient réduits en poudre, puis pesés. On les reportait à l'étuve et on les y maintenait jusqu'à ce que leur poids demeurât invariable.

Les résultats sont consignés dans le tableau A. Les sels sont classés suivant l'ordre d'après lequel il se sont montrés favorables à la végétation.

De l'examen de ce tableau, il ressort, qu'en présence de certains sels. (Azotate d'ammoniaque, azotate de potasse, sulfate de magnésie, sulfate de chaux, oxalate de potasse, phosphate de potasse, phosphate de fer), le poids moyen de la substance sèche de chaque plante est plus grand qu'en l'absence de tout sel ; c'est-à-dire que ces sels sont fertilisants.

Au contraire, on voit que dans les sols arrosés avec de l'azotate de soude, du chlorure de potassium ou du chlorure de sodium, le poids moyen a été plus faible que dans le sol naturel, d'où il suit que ces sels ont une action nuisible.

Seule, la détermination du poids sec permet d'apprécier d'une façon

Tableau A. — Sarrasin

NATURE DES SELS	Numéros des Carrés	NOMBRE des Plantes	QUANTITÉ de sel par Plante	POIDS SEC TOTAL par récolte	POIDS SEC par pied	POIDS SEC Moyen par culture
			gr.	gr.	gr.	gr.
Azotate d'ammoniaque.....	1	124	0 0235	162	1.467	1.841
	2	134	0 044	205.5	1.526	
	3	138	0.086	276.5	2.003	
	4	119	0.1995	282	2.369	
				926 0		
Azotate de potasse...	1	189	0.0145	248 5	1.310	1.283
	2	167	0 0355	191	1.143	
	3	216	0.05	270	1 250	
	4	100	0.2376	144	1.440	
				853.5		
Sulfate de magnésie.	1	178	0.0154	218	1.2303	1.266
	2	121	0 049	201	1 636	
	3	148	0.0802	141	0 952	
	4	149	0 159	274	1.839	
				834		
Sulfate de chaux....	1	181	0 0151	251	1.386	1.222
	2	140	0.042	117 5	0 839	
	3	133	0.089	123	0.924	
	4	118	0.258	205 5	1.741	
				697 0		
Oxalate de potasse ..	1	201	0.01035	194	0.965	1.205
	2	103	0.0575	140	1 359	
	3	96	0 102	112	1.166	
	4	104	0 2315	138.5	1.331	
				584.5		
Phosphate de potasse.	1	158	0 017	152	0 962	0.830
	2	128	0 046	138.5	1.089	
	3	172	0 069	125.5	0 729	
	4	124	0.191	82	0.661	
				498.0		
Phosphate de fer....	1	137	0 0020	114	0 833	0.826
	2	145	0 0405	109	0 751	
	3	134	0 088	126.5	0 944	
	4	121	0.196	118	0 975	
				467 5		
Absence de sel.....	1	83	0	62.5	0 753	0.7365
	2	93	0	67	0.720	
Azotate de soude....	1	187	0.0195	163	0.871	0.731
	2	176	0.0335	123	0 698	
	3	124	0 095	95 5	0.770	
	4	36	0 066	21	0 585	
				402.5		
Chlorure de potassium.....	1	146	0.0185	99 5	0.682	0.568
	2	99	0.06	59 5	0.682	
	3	148	0.084	72.2	0.487	
	4	111	0.214	55.5	0 500	
				286.7		
Chlorure de sodium..	1	74	0.037	43	0 608	0.394
	2	54	0.110	16 5	0 305	
	3	61	0 1945	19	0 311	
	4	71	0.3345	25	0 352	
				103.5		

réelle l'action fertilisante des divers agents. S'il nous avait été possible de connaître exactement le poids des plantes à l'état vert, par une simple soustraction, nous aurions pu mesurer la quantité d'eau contenue dans les cultures.

A défaut de ce second terme numérique, reportons-nous aux observations qui sont résumées page 749. Dans le groupement des sels que nous avons exposé à cet endroit, nous avons vu que plusieurs d'entre eux ont des effets fertilisants tellement marqués, que le doute sur la place que nous avons assignée à ces sels n'est pas possible. Ainsi, quoique nous ne puissions exprimer par des chiffres les poids respectifs des plantes vertes récoltées, d'une part, dans l'azotate de potasse, d'autre part dans l'azotate d'ammoniaque, nous sommes cependant en droit d'affirmer que l'avantage des dimensions était incontestablement aux premiers, tant les différences étaient appréciables au simple aspect des récoltes.

Si nous ne tenons compte que des différences dont le sens est indiscutable, nous pourrons comparer les conclusions que nous avons formulées sur les Sarrasins à l'état vert, aux résultats indiqués par le tableau des poids secs, et, les divergences entre ces deux séries devront être rapportées à la quantité d'eau contenue dans les plantes, suivant les divers sels employés.

Nous observons ainsi que l'azotate de potasse, qui donnait les végétaux verts les mieux développés, n'occupent que le second rang dans la série des poids secs ; ce qui indique qu'une grande partie de son action sur l'accroissement de la plante consiste en l'introduction d'une grande quantité d'eau dans les tissus de celle-ci. Par contre, l'azotate d'ammoniaque montre une action opposée, et, pour une quantité d'eau moins grande, donne une très forte quantité de matière sèche.

Nous voyons, en outre, que tous les sels de potasse (phosphate, oxalate et chlorure, aussi bien que l'azotate) occupent une situation moins élevée, dans la série des poids secs que dans l'autre série ; ce qui exprime, *qu'en présence des sels de potasse, la teneur du Sarrasin en eau est plus grande qu'en présence des autres sels.*

Enfin le tableau A montre :

1° Que le poids sec augmente continuellement avec les quantités d'azotate d'ammoniaque ajoutées au sel ;

2° Que l'effet nuisible de l'azotate de soude et des chlorures est surtout marqué aux doses concentrées ;

3° Que le phosphate de potasse révèle un optimum, à la dose de

0 gr. 092 par plante et qu'il devient nuisible, lorsque la dose dépasse 0 gr. 138.

On ne saurait tirer des déductions quant à l'action du degré de concentration des autres sels.

En comparant les poids secs obtenus avec des sels de même acide, on peut avoir une idée de l'effet respectif des bases ; inversement, on peut juger de l'effet des acides par la comparaison des sels de même base. En rapprochant les effets de l'azotate de potasse de ceux de l'azotate de soude, on voit que la base de ce dernier sel convient moins bien que la potasse et ne saurait lui être substituée.

La comparaison des effets des chlorures donne la même conclusion.

De la même façon, on verrait que la chaux et la magnésie ont des effets très approchés. En comparant entre eux les sels de potasse, on est conduit à ranger ainsi les acides d'après leur ordre d'importance dans la formation de la matière sèche :

1° Acide azotique. 2° acide oxalique. 3° acide phosphorique. 4° acide chlorhydrique.

Enfin, si on considère que le phosphate de potasse et le phosphate de fer ont donné des résultats très voisins l'un de l'autre, on est conduit à penser que les effets de ces sels sont presqu'exclusivement dûs à l'acide phosphorique, puisque le fer n'entre dans la constitution des végétaux que pour des proportions infinitésimales.

Conclusion : De l'exposé qui précède, on peut conclure :

I. — Pour des doses convenablement choisies, certains sels sont favorables au développement du sarrasin pendant toute la durée de la végétation (azotate d'ammoniaque, sulfate de chaux, phosphate de potasse, phosphate de protoxyde de fer).

D'autres se montrent nuisibles dès le début qui, plus tard, exercent une action fertilisante (sulfate de magnésie et surtout oxalate de potasse).

D'autres accusent un effet favorable au début mais nuisibles à la fin (chlorure de potassium).

Enfin, l'azotate de soude et le chlorure de sodium se montrent constamment nuisibles.

II. — Dans certains cas, le degré de concentration du sel semble n'avoir pas d'influence appréciable sur les dimensions du végétal ni sur le poids sec (azotate de potasse).

Dans d'autres, le degré de concentration des sels a une *action progressive croissante* et l'effet nuisible ou utile croît en raison directe de la quantité du sel.

Il est entendu que cette action progressive n'est considérée que dans

les conditions de nos expériences ; car l'action utile des sels fertilisants doit passer par un maximum, puisque, si l'on opérait dans des sols sursaturés, la vie serait impossible.

Souvent, ce maximum se présente déjà avec une des doses que nous avons employées. Ce maximum est *réel*, s'il est l'expression des faits observés sur la variation de la substance sèche ; il n'est qu'*apparent* quand on le déduit du simple aspect extérieur de la récolte et que la considération du poids sec ne fournit pas la même conclusion.

Dans ce dernier cas, c'est une quantité d'eau considérable qui donne à la récolte son apparence exubérante.

De même, l'*action progressive* peut être seulement *apparente* ou *réelle* dans les mêmes conditions.

Ces considérations permettent de classer les résultats de la façon suivante :

TABLEAU B

Sels dont le degré de concentration a une action

INVARIABLE		VARIABLE					
Sur l'aspect	Sur le poids sec	PROGRESSIVEMENT CROISSANTE				AVEC OPTIMUM	
$Az\,O^3\,K$	$Az\,O^3\,K$	RÉELLE		APPARENTE		RÉEL	APPARENT
		NUISIBLE	UTILE	NUISIBLE	UTILE		
		$Na\,Cl$ $K\,Cl$ $Az\,O^3\,Na$	$Az\,O^3\,AzH^4$ $PA^4\,Fe^2\,O^3$	$Na\,Cl$ $Az\,O^3\,Na$	$PA^4\,Fe^2\,O^3$ $S\,O^4\,Ca$		$K\,Cl$ $Az\,O^3\,AzH^4$ $SO^4\,Mg$
Oxalate de potasse	$S\,O^4\,Ca$ $S\,O^4\,Mg$ Oxalate de potasse (Résultats peu nets)					$PA^4\,K^2H$	$PA^4\,K^2\,H$

Les faits consignés dans ce tableau peuvent être ainsi exprimés :

a. *L'azotate de potasse et l'oxalate de potasse agissent, aux doses diverses qui ont été employées, indépendamment de leur degré de concentration.*

b. *Le chlorure de potassium, l'azotate d'ammoniaque, le sulfate de magnésie produisent, à une dose déterminée, un maximum dans la quantité d'eau de la plante*, mais les effets des doses sur la formation de la substance sèche ne suivent pas la même marche : *L'azo-*

tate d'ammoniaque produit un effet fertilisant qui va croissant avec le poids de sel employé. Le chlorure de potassium a également un effet constamment croissant, mais c'est un effet nuisible. Quand au sulfate de magnésie, il produit un effet qui ne paraît pas varier avec les doses employées.

c. *Le phosphate de potasse révèle une action fertilisante maxima, tant au point de vue du développement extérieur des plantes que de la production de matière sèche.*

d. *Le phosphate de fer, le chlorure de sodium, l'azotate de soude provoquent des effets proportionnels aux doses,* appréciables aussi bien sur les plantes vertes qu'après élimination de l'eau, le premier dans un sens favorable, les autres dans un sens nuisible.

e. *Le sulfate de chaux augmente progressivement la quantité d'eau de la plante, quand on l'introduit à des doses croissantes; mais ces différentes doses n'ont pas fait varier d'une façon appréciable l'augmentation de la matière sèche*[1].

III. — Pour un sel déterminé, ce n'est pas toujours la même dose qui produit l'effet optimum [aux divers stades de développement de plante.

Ainsi, *pour le chlorure de potassium,* c'est le carré n° 3 qui est le plus beau au début; plus tard c'est le carré n° 2.

Pour le *sulfate de magnésie,* au début le maximum de développement est dans le carré n° 4; plus tard, c'est dans le n° 2 qu'il a lieu. Pour l'*azotate de potasse,* le n° 3 présente un optimum au début; plus tard tous les carrés se ressemblent sensiblement.

D'autre part, pour l'azotate d'ammoniaque, c'est la même dose qui produit l'effet maximum pendant toute la durée de la végétation (carré n° 3).

IV. — Les effets des sels sur la production totale de la substance sèche du sarrasin jusqu'au moment de la formation de la graine peuvent être classés, d'après leur sens et leur importance, dans l'ordre suivant :

Effets utiles : 1° Azotate d'ammoniaque ; 2° azotate de potasse ; 3° sulfate de magnésie ; 4° oxalate de potasse ; 5° phosphate de potasse ; 5° phosphate de fer.

Effets nuisibles : 1° Azotate de soude ; 2° chlorure de potassium ; 3° chlorure de sodium.

1. L'augmentation de la quantité d'eau dans la plante en présence du sulfate de chaux appuie l'opinion de M. Dehérain, qui pense que ce sel agit par une véritable *mobilisation* de la potasse du sol. Il est vraisemblable que la plante s'est enrichie alors en potasse, car on a vu précédemment que les sels de potasse ont pour effet d'augmenter le contenu des plantes en eau.

V. — Les sels de potasse augmentent la teneur du sarrasin en eau.

VI. — La soude donne toujours des effets moins avantageux que la potasse, soit dans les azotates, soit dans les chlorures.

VII. — La chaux et la magnésie ont des effets sensiblement égaux.

VIII. — Les acides, groupés suivant leur importance croissante dans la production de la matière sèche forment la série suivante : 1° Acide azotique ; 2° acide oxalique ; 3° acide phosphorique ; 4° acide chlorhydrique.

IX. — L'acide azotique donne aux feuilles une teinte vert foncé.

X. — C'est à l'acide phosphorique qu'est dû l'effet prépondérant dans l'action fertilisante des phosphates.

II. — Chanvre

Avant d'exposer en détail, comme je viens de le faire pour le sarrasin, mes expériences sur le Chanvre, je tiens à faire remarquer que, dans quelques carrés, le nombre des plantes qui a poussé a été très faible. Ces carrés n'entrent pas en ligne de compte dans l'étude qui suit.

1° *Aspect extérieur des récoltes*

L'examen des plantes à l'état vert a été fait le 17 juin et le 11 août.

17 juin. — Les dimensions moyennes des tiges dans chaque carré sont représentées fig. 1.

D'après cette figure, les résultats suivants sont faciles à voir :

1° L'azotate de potasse et le phosphate de potasse ont une influence très avantageuse sur la végétation. Il y a optimum au carré n° 2 pour ce dernier sel.

2° Le chlorure de potassium et l'azotate de soude sont favorables aussi mais l'effet est déjà moindre que pour les sels précédents. Tous les deux présentent une dose optima.

3° Le chlorure de sodium s'est montré utile à la plus faible dose. A toutes les autres doses, il a été nuisible, et cela d'autant plus qu'il était plus concentré.

4° Le sulfate de chaux et le sulfate de magnésie n'ont eu d'effet appréciable qu'à la dose maxima.

5° Le phosphate de fer s'est montré préjudiciable d'une façon uniforme.

Je n'ai représenté ni l'oxalate de potasse, ni le nitrate d'ammoniaque parce que les cultures de ces deux sels contenaient, dans chaque carré, des plantes de dimensions très inégales et que, par suite, la moyenne, difficile à évaluer avec précision, n'avait aucune signification.

11 août. — A cette époque, les dimensions de quelques tiges obtenues avec l'oxalate de potasse sont deux fois plus grandes que dans les autres milieux ; mais, pour les raisons que j'ai données précédemment, il est impossible de tirer une conclusion de cet avantage.

Peut-être ce sel exerce-t-il une action défavorable à la germination ?

Les autres cultures ont paru pouvoir être classées ainsi, d'après les dimensions moyennes des plantes :

1° *azotate de potasse ;* 2° *phosphate de potasse ;* 3° *azotate d'ammoniaque ;* 4° et 5° *sulfate de chaux et chlorure de potassium ;* 6° *sulfate de magnèsie ;* 7° *phosphate de fer ;* 8° *culture sans sels ;* 9° *azotate de soude ;* 10° *chlorure de sodium.*

Les effets obtenus d'après les diverses doses peuvent être exprimés de la façon suivante :

1° *Sels donnant un développement croissant en raison directe des doses.*

Azotate de potasse. Phosphate de potasse.

Azotate d'ammoniaque. Sulfate de chaux.

2° *Sels ayant un optimum.*

Sulfate de magnésie (carré n° 2).

Chlorure de potassium (carré n° 2).

3° *Sels nuisibles à la végétation en raison directe de leurs doses.*

Azotate de soude.

Chlorure de sodium.

4° *Sels sans effet appréciable :*

Phosphate de fer.

2° *Poids sec.*

C'est surtout pour le Chanvre qu'il y a lieu de comparer le poids sec à la quantité de sel puisé par la plante, et non pas au degré de salure du terrain.

On voit, en effet, dans le tableau qui suit, que souvent cette quantité n'a aucun rapport avec le degré de concentration du sel, en raison de la variabilité du nombre des plantes développées dans les cultures.

Il est à remarquer, d'autre part, que les poids de substance sèche relevés sont, en général, en relation assez évidente avec les quantités de sel mis à la diposition de chaque plante ; tandis qu'au contraire, ces poids n'ont le plus souvent aucun rapport avec le degré de salure. Cela tend à démontrer que le résultat de la comparaison du poids sec à la quantité de sel que la plante a pu prendre, doit se rapprocher assez exactement de la vérité.

Tableau C. — Chanvre

NATURE DES SELS	Numéros des Carrés	NOMBRE des Plantes	QUANTITÉ de sel par Plante	POIDS SEC TOTAL par récolte	POIDS SEC par pied	POIDS SEC Moyen par culture
			gr.	gr.	gr.	gr.
Oxalate de potasse..	2	15	0 444	112	7.467	12 524
	1	6	0.555	42	7	
	4	11	2 424	95	8.63	
	3	3	4.444	81	27	
				330		
Azotate d'ammoniaque.....	1	8	0 4165	32 3	4 037	3 896
	2	16	0.4165	56	3.5	
	3	23	1 159	70	3.048	
	4	27	1 975	135.1	5.005	
				293.4		
Azotate de potasse...	1	85	0.099	197.5	2.32	2 995
	2	73	0.091	201 5	2.76	
	3	31	0.43	115.1	3 39	
	4	59	0 452	225	3 81	
				739.1		
Sulfate de magnésie.	3	30	0 444	39.5	1.047	2.774
	2	7	0 952	30	4.285	
	4	27	0.9935	72	2.666	
	1	2	1.666	5	2.5	
				146 5		
Phosphate de potasse.	2	53	0 125	93 1	1.758	2.513
	1	19	0 175	35	1 842	
	3	15	0 922	35	2.333	
	4	23	1.159	95	4 130	
				278.1		
Sulfate de chaux.....	1	13	0 2945	26.8	2.06	2 484
	4	59	0 4515	116.5	1.976	
	3	15	0.888	51	3.4	
	2	6	1 111	15	2.5	
				209.3		
Phosphate de fer....	1	26	0.128	58 1	2.234	2.241
	2	37	0.180	70	1 890	
	3	34	0.392	88.5	2 60	
	4	0	»	»	»	
				216.6		
Chlorure de potassium.....	1	96	0.0345	251.5	2.62	2.211
	2	22	0 303	73.2	3 327	
	3	35	0 381	65	1.859	
	4	50	0.583	52	1.04	
				441.7		
Sans sels..	1	73	»	158	2 169	2.099
	2	94	»	190.5	2 03	
Azotate de soude ...	1	73	0.0455	156 7	2.147	1.499
	2	87	0.0765	161	1.85	
	3	71	0 1875	100 8	1.42	
	4	36	0 7405	21	0 583	
				439 5		
Chlorure de sodium..	1	28	0.119	39	1.393	1 277
	2	51	0.1355	70	1.373	
	3	76	0.1755	85	1 118	
	4	95	0 2855	116.5	1.226	
				310.5		

La dessiccation a été plus difficile pour le Chanvre que pour le Sarrasin; il a été impossible d'obtenir un état de division aussi complet, car les fibres du Chanvre résistent au triturage.

J'ai dû maintenir ces plantes à l'étuve pendant un séjour qui a duré de trois semaines à un mois.

Dans tous les cas, les résultats ont été seulement considérés comme acquis, lorsque les poids demeuraient invariables après un intervalle de 48 heures à l'étuve.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau C.

Si, pour les raisons que j'ai exposées, on fait abstraction de l'oxalate de potasse, on voit, dans ce tableau, que la série des sels classés d'après le poids moyen de la substance sèche qu'ils ont donnée est assez sensiblement la même que pour le Sarrasin.

Elle en diffère par le passage du phosphate de potasse au-dessus du sulfate de chaux et par celui du chlorure de potassium dans la catégorie des sels fertilisants. Il convient de remarquer que chez le Chanvre, le premier de ces sels ne montre plus d'optimum, mais accuse au contraire un rendement proportionnel à la dose; c'est là la réelle différence que ce sel présente dans les deux cultures. Le chlorure de potassium paraît avantageux quand le sol en renferme une très faible quantité, il présente une dose optima au-dessus de laquelle il devient nuisible.

TABLEAU D

Sels dont le degré de concentration a, sur le chanvre, une action

INVARIABLE		VARIABLE					
Sur l'aspect	Sur le poids sec	PROGRESSIVE				AVEC OPTIMUM	
		RÉELLE		APPARENTE		RÉEL	APPARENT
		NUISIBLE	UTILE	NUISIBLE	UTILE		
		$NaCl$		$NaCl$		KCl	KCl
		AzO^3Na		AzO^3NA			
			AzO^3K		AzO^3K		
			$PA^4Fe^2O^3$		PO^4K^2H		
			AzO^3AzH^4		AzO^3AzH^4		
					SO^4Ca	SO^4Ca	
$PA^4Fe^2O^3$	$PA^4Fe^2O^3$					SO^4Mg	SO^4Mg
Oxalate de potasse indéterminable dans les conditions de l'expérience							

Les différences que nous venons de signaler pour ces deux sels, entre leurs effets sur le Sarrasin et le Chanvre, sont d'ailleurs peu accentuées.

En comparant les résultats fournis par l'examen des plantes sur pied à ceux du poids sec, on établirait de la même manière que pour le Sarrasin le tableau D.

Les faits consignés dans ce tableau peuvent s'exprimer ainsi :

L'azotate de potasse, le phosphate de potasse et l'azotate d'ammoniaque augmentent à la fois les dimensions et le poids sec du Chanvre en raison directe de leur dose.

Le sulfate de magnésie et le chlorure de potassium produisent un effet maximum pour une dose qui est la même, que l'on considère les dimensions des plantes ou les poids secs obtenus.

Le sulfate de chaux augmente progressivement la teneur de la plante en eau, mais le poids sec passe par un optimum.

Le chlorure de sodium et le nitrate de soude diminuent la teneur en eau et la substance sèche proportionnelle à leur poids.

En rapprochant les résultats généraux des observations recueillies à la première période du développement, on verrait, en outre, que : *l'action des sels se traduit par des effets qui varient suivant l'époque de la végétation.*

Le sulfate de magnésie montre son action favorable assez tardivement. L'azotate d'ammoniaque est dans le même cas.

L'azotate de potasse montre surtout son efficacité dans les premiers temps de la végétation.

Le phosphate de fer n'a d'action appréciable que très tard ; encore cette action est-elle faible.

La position des optimums est très variable : Certains disparaissent dans le cours du développement (phosphate de potasse, azotate de soude), d'autres apparaissent (sulfate de chaux et de magnésie), d'autres enfin, persistent (chlorure de potassium).

Enfin, en s'appuyant sur des considérations analogues à celles que j'ai exposées pour le Sarrasin, on aboutirait aux conclusions suivantes :

Les sels de potasse augmentent la teneur de la plante en eau.

La soude produit toujours des effets moins avantageux que la potasse.

La chaux et la magnésie ont des effets sensiblement égaux.

L'ordre d'utilité décroissante des acides est le suivant : 1° *Acide azotique ;* 2° *Acide phosphorique ;* 3° *Acide chlorhydrique.*

Ce sont là des résultats analogues à ceux que nous avons observés pour le Sarrasin et qui conduisent aux mêmes conclusions (voir page 753).

M. le Comte Henry de la VAULX

NOTE GÉOGRAPHIQUE SUR LA PATAGONIE [918-2]

— Séance du 5 aout —

La Patagonie, immense territoire qui s'étend du 39° au 54° de latitude est dans sa plus grande étendue sous la domination politique de la République Argentine; l'extrême pointe sud seulement n'appartient point au Gouvernement de Buenos-Ayres. Par un traité passé il y a de nombreuses années, cette partie fut cédée au Chili; elle s'étend du 52° au 54° de latitude.

La Patagonie est restée pendant de longues années dans l'oubli; les récits des rares voyageurs en ayant contourné les côtes parlent d'un territoire aride et désolé ne pouvant être d'aucune utilité pour la nation qui le possède. Depuis quelque temps, des voyageurs plus curieux que leurs prédécesseurs et surtout désireux d'explorer un coin encore inconnu du globe ont tourné leurs yeux vers les terres australes. Des expéditions ont été lancées; le voile qui jusqu'alors cachait ces régions lointaines a commencé à se déchirer et l'on a parlé alors des grandes richesses que renfermerait la Patagonie.

D'après ces dires, les gouvernements Argentin et Chilien se sont émus et ont envoyé, chacun de leur côté, des missions scientifiques pour essayer de déterminer exactement leurs frontières.

Au cours de ces expéditions, la Patagonie a été reconnue telle qu'elle est en réalité, riche et fertile. Son climat tonifiant, identique au climat des territoires de l'Europe Septentrionale, en fait un pays propre à la colonisation; la Patagonie est extrêmement pittoresque dans certaines parties, le nord en particulier, ce qui a valu à cette partie le nom de Suisse Argentine; elle n'attend plus que des bras et des instruments pour mettre en valeur les richesses agricoles, industrielles et minières qu'elle renferme dans son sein.

C'est pourquoi des commissions spéciales et techniques se sont réunies au Chili et en Argentine pour discuter les frontières réciproques des deux pays; les Chiliens sont partisans de la théorie de la

ligne de partage des eaux continentales, tandis que les Argentins ne reconnaissent d'autres frontières que la chaîne principale des Andes. En un mot, toute la question des limites entre les deux pays se ramène à savoir si la frontière internationale doit passer par la chaîne principale des Andes ou suivre la ligne interocéanique de partage des eaux. La solution du problème comme l'explique si clairement M. Delachaux dans une brochure intitulée: « la question des limites Chilo-Argentine », est d'autant plus importante que l'axe andin principal et la division interocéanique des eaux sont indépendants l'un de l'autre sur un espace de 5° au moins de latitude et que la zone intermédiaire est la plus fertile, la mieux appropriée à l'établissement de colonies agricoles. Depuis cinq années consécutives, des ingénieurs argentins et chiliens parcourent les Andes recherchant la solution du problème; il faut espérer que cette solution sera pacifique et profitable aux deux jeunes nations sud-américaines. Mais en dehors de la Patagonie Andine tout le reste du territoire est intéressant au point de vue géographique.

La Patagonie est une succession de hauts plateaux séparés par de grandes vallées ordinairement bien irriguées. Les trois fleuves les plus importants sont le Rio-Negro qui délimite la frontière septentrionale, le Rio-Chubut et le Rio-Santa-Cruz. Le Rio-Negro formé de deux rivières importantes le Néuquen et le Limay a un débit d'eau considérable; après les fontes des neiges, c'est-à-dire vers le mois d'août le Rio-Negro est complètement débordé et mesure jusqu'à 1,000 mètres de largeur; son courant est très rapide; en tout temps le Rio-Negro est navigable jusqu'à Carmen de Patagones pour des navires d'assez fort tonnage calant 12 et 14 pieds; durant quelques mois le fleuve est navigable pour des vapeurs de moindre importance jusqu'à Rocca. Le Rio-Chubut, s'il est moins important en lui-même que le Rio-Negro a plus d'utilité pratique par les nombreux affluents qu'il reçoit. Avec le Rio-Senguer, il fournit au territoire de la Patagonie centrale un système abondant d'irrigation qui fait de cette partie des terres australes la plus riche et la plus fertile pour l'agriculture et l'élevage. Le Rio-Santa-Cruz, fleuve très encaissé, n'est pas d'une grande utilité dans le système orographique de la Patagonie; il n'est pas navigable par lui-même et reçoit peu d'affluents.

Il est un fait curieux à constater; c'est le dessèchement progressif des terrains qui se rapprochent de l'Atlantique contrastant avec la grande quantité d'eau que l'on rencontre du côté des Cordillières; le lit de certains fleuves a considérablement diminué: tel est le Rio-Negro; des rivières sont complètement desséchées, par exemple le

Rio-Chico du Chubut. Mais que l'on se rassure; ce dessèchement est lent et les côtes de l'Atlantique bien que moins irriguées que les versants des Cordillières sont parfaitement habitables et sauront aussi retenir leurs colons quand se produira la grande immigration européenne en Patagonie.

Il est nécessaire en passant de rectifier une erreur qui, jusqu'à présent, a été commise sur toutes les cartes qui ont été dressées de ce territoire ; cette erreur porte sur les lacs Colhué et Munsters. Le lac Munsters est faussement indiqué comme étant le lac de l'Est, et le lac Colhué celui de l'Ouest; c'est absolument l'inverse. Le lac Munsters a des eaux très profondes ; il mesure environ 25 kilomètres de longueur, la marée s'y fait sentir fortement, et les jours de vent, le lac est déchaîné ; ses eaux doivent être difficiles à naviguer. Le Rio Senguer, peu de temps avant d'arriver au Munsters, se divise en deux bras; l'un de ces bras se jette dans le lac pour en ressortir de suite, tandis que l'autre bras faisant un coude, pousse sa marche vers l'est où il reçoit bientôt les eaux du premier bras et va se jeter dans le lac Colhué. Le lac Colhué est une immense lagune aux eaux dormantes et qui se dessèchent de jour en jour. Les indiens disent qu'il doit exister dans le fond de cette lagune, un esprit absorbant journellement cette grande quantité d'eau qui vient s'y jeter ; en effet, le lit de cette lagune se rétrécit de jour en jour et ses eaux ne s'échappent visiblement d'aucun côté ; car le Rio-Chico du Chubut est, comme je le disais plus haut, complètement à sec.

Un autre point géographique intéressant serait d'éclaircir complètement la question de la fameuse vallée du Déséado.

Les Espagnols parlent d'une immense vallée prenant naissance vers le lac Buenos-Aires, et s'ouvrant sur l'Atlantique ; cette vallée, d'après eux, contient un fleuve ayant un débit d'eau considérable et qu'ils baptisent du nom de Rio-Déséado.

Or, ce fleuve est très discuté au point de vue même de son existence à l'époque des Espagnols. De nos jours, il n'y a aucun doute ; le Rio-Déséado bien qu'il soit tracé sur toutes les cartes de la Patagonie n'existe pas ; trois petites vallées viennent former la grande vallée du Déséado ; la première et la troisième contiennent un petit arroyo qui se perd rapidement; la vallée du milieu qui est la vallée principale, est complètement bouchée à son principe par une grande lagune suivie d'immenses marais couverts de roseaux et en partie secs; plus loin, dans la vallée apparaissent de petits arroyos rapidement taris pour reparaître plus loin ; dans cette partie de la vallée, il n'existe même pas le lit d'une rivière pouvant laisser croire à l'exis-

tence d'un Rio-Déséado, du temps de la conquête par les Espagnols.

Burmeister, naturaliste argentin, dans un voyage qu'il fit par la côte de la mer, constata aussi que la vallée du Déséado ne contenait pas de cours d'eau. Je laisse donc aux géographes le soin d'éclaircir complètement cette question par une réponse catégorique; je ne me sens pas l'audace de la donner; mais j'incline vers l'opinion que le Rio-Déséado n'a pas existé après l'époque tertiaire, et que par conséquent les Espagnols n'ont pu le voir. Ayant été sans doute privé d'eau pendant plusieurs jours, ils ont décoré de ce nom pompeux un pauvre petit ruisseau sans importance.

Dans ce court résumé, j'ai seulement cherché à donner une idée de la géographie générale du pays, et à rectifier quelques erreurs grossières. Je dirai en terminant que la Patagonie est un pays de grand avenir et que d'ici peu d'années, cette contrée encore déserte et inconnue s'ouvrira à l'immigration européenne; ce territoire sera peuplé de préférence par les races de l'Europe septentrionale mieux préparées par les conditions de leur sol et de leur climat.

M. J.-F. BLADÉ

Correspondant de l'Institut, à Agen

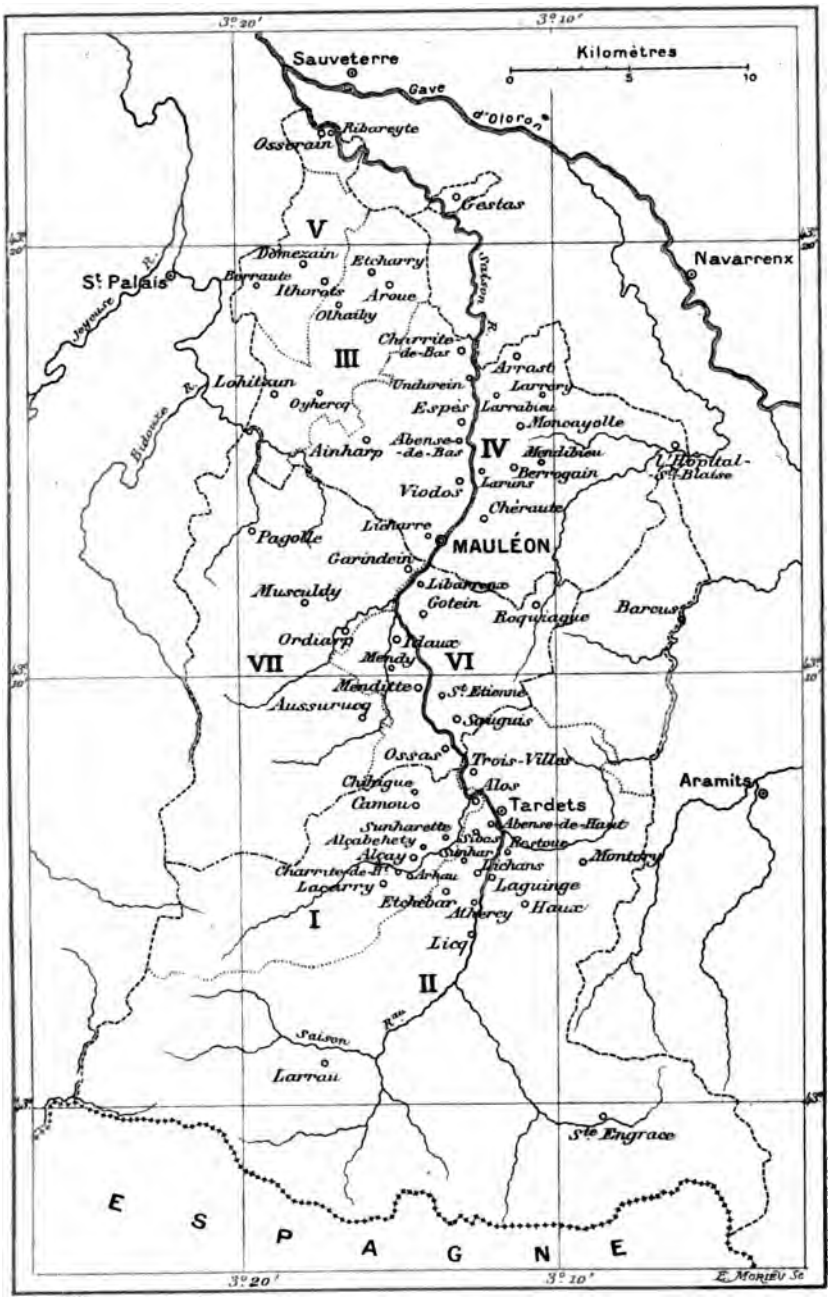
LA VICOMTÉ DE SOULE [944-79]

— *Séance du 5 Août* —

Dans ce mémoire, je voudrais m'expliquer sur l'état féodal de l'ancienne vicomté de Soule. C'est une portion du Pays Basque cispyrénéen, aujourd'hui comprise dans le département des Basses-Pyrénées.

Voici d'abord, d'après le *Dictionnaire topographique du département des Basses Pyrénées* de Raymond, V° *Soule*, les anciennes formes du nom de la Soule tirées des textes authentiques.

Sibyllates, Pline, Nat. hist, l. IV, c. XXXIII (XIX). — *Vallis Subola*, Fredegaire, Chron. ad. ann. 636. — *Vallis Sobola*, Aimoin, Hist. ad.



CARTE DE LA VICOMTÉ DE SOULE

Messageries	Haute-Soule	I	Dogairie de Val-Dextre.
		II	id. de Val Senestre.
	Basse-Soule ou Barhoue	III	id. d'Arroue.
		IV	id. de Larruns
		V	id. de Domezain.
	Arbaille	VI	id. de la Grande-Arbaille.
		VII	id. de la Petite-Arbaille ou Peyriède.

ann. 636. — *Vice-comitatus de Sola*, Hist. génér. de Languedoc, II, Preuves, col. 162. — *Sola*, 1120; *Seula*, XIIe siècle. Bibl. Nation. Collect. Duchesne, vol. CXIV, f°s 33 et 34. — *Soule*, milieu du XIIe siècle, Cartul. de Bayonne, f° 10. – *Arcidiagonat de Seula*, 1249, Arch. départ. des Basses-Pyrénées, Notaires d'Oloron, n° 4, f° 50. — *Soole*, 1391, Notaires de Navarreux. — *Sole*, 1454, charte du chapitre de Bayonne. — *Le pays de Solle*, vers 1480, Arch. départ. des Basses-Pyrén., Contrats d'Ohix, fol. 12. – *Los habitans de Sole*, Coutume de Soule.

On dit actuellement, en basque, *Ziberoa*.

L'archidiaconé de Soule, compris dans le diocèse de Dax jusqu'au XIe siècle, fit désormais partie de celui d'Oloron.

Je n'ai pas à m'inquiéter ici des destinées de la vallée de Soule, avant qu'elle formât une vicomté. Selon la doctrine courante et qui a trouvé sa plus récente expression dans le livre de M. l'abbé Haristoy [1] serait Aznar I, l'aîné des fils de Wandregisile, comte des Marches de Gascogne. Aznar I était aussi vicomte de Louvigny. Mais, pour admettre l'existence de ce personnage, et celle de son père, il faut accepter comme authentique la charte dite d'Alaon, laquelle est notoirement apocryphe, ainsi que les neuf confirmations qui l'assortissent [2]. Ce personnage aurait vécu vers 873, et il aurait eu pour successeur son fils Aznar II (889), auteur de la seconde confirmation, et père de Loup-Aznar (932) donné comme l'auteur de la troisième. Celui de la quatrième confirmation est Arthon I (après 932), qualifié aussi de comte de Ribagorza. La cinquième est attribuée à Athon II (1002). Il y est fait aussi mention de son prétendu successeur Guillaume (1015), assassiné par Centulle-Gaston III, vicomte de Béarn. Ce Guillaume figure aussi dans la sixième confirmation. La neuvième est donnée comme faite par Raymond-Guillaume en 1040.

Tout cela est absolument faux, et de tous points. Mais il importait d'en avertir le lecteur.

Selon Marca [3], Garsie-Loup aurait été vicomte de Soule et de Louvigny vers 980. Mais l'existence de ce seigneur n'est attestée que par le cartulaire de Larreule, et j'ai déjà prouvé d'ailleurs, en traitant de la vicomté de Louvigny, qu'il n'y a pas lieu de se fier à ce texte. D'après le capitaine Duvoisin [4], Guichart était vicomte de Soule en 1058 et 1059, et son fils Étienne fut évêque d'Oloron. Mais Oïhenart fait commencer la série vicomtale à Raymond-Guillaume, surnommé

1. Abbé Haristoy, *Recherches historiques sur le Pays basque*, I, 421.
2. Bladé, *La charte d'Alaon et ses neuf confirmations*.
3. Marca, *Hist. de Béarn*, 283.
4. Dans l'Abbé Haristoy, *Études histor. sur le pays basque*, I, 422.

Salmace (1040-1060). Il eut pour successeur son fils Guillaume le Fort (1080-1118). Après lui vient Centulle, dont la fille Navarra épousa Auger, seigneur de Miramont, en Tursan, qui vivait encore en 1168. Après lui, Oïhenart place Bernard-Sanche (1178), et ensuite Raymond-Guillaume (1240-1254), mari de Marquese, et père d'Auger et d'Arnaud-Raymond. Auger, déjà vicomte en 1260, encourut l'inimitié d'Edouard, fils de Henri III, roi d'Angleterre, et duc de Guienne et de Gascogne. Le 3 novembre 1261, Auger dut céder sa vicomté contre les terres de Laharie, Saubusse, Egon, et tout le pays de Marensin[1]. Plus tard, il fut contraint de se retirer en Navarre, où il perpétua sa descendance sous le nom de Mauléon. En 1306, Auger de Mauléon avait cédé ses droits sur la Soule à Philippe-le-Bel, roi de France, contre la terre de Rada. Mais cette cession n'aboutit pas, et les rois d'Angleterre firent administrer la vicomté par leurs agents jusqu'à la fin de leur domination dans notre Sud-Ouest.

Voilà tous les renseignements préliminaires que je tenais à fournir sur la vicomté de Soule, dont je vais maintenant donner la géographie d'après M. l'abbé Menjoulet, qui, sans doute, l'a tirée lui-même du *Dictionnaire topographique du département des Basses-Pyrénées* de Raymond, lequel ne parle pas, d'ailleurs, de la vicomté de Soule dans l'*Introduction* de son livre. Peut-être M. l'abbé Menjoulet a-t-il aussi tiré quelque parti des manuscrits de l'annaliste basque Béla.

« Le pays de Soule se partageait de trois *messageries* : 1° La *Haute-Soule* (*Sola-Sobiran*) comprenant le *Val-Dextre* et le *Val-Senestre*; 2° la *Barhoue* ou *Basse-Soule*; 3° les *Arbailles* ou *Soule Centrale*. Ces trois messageries étaient subdivisées en sept *deguerics* (*deguerias*), deux dans la Haute-Soule, *Val-Dextre* et *Val-Senestre*, deux dans les Arbailles, la petite *Arbaille* et le *Vic de Peyrède*, trois dans la Barhoue, *Laruns*, *Aroue* et *Domezain*. Toutes les justices particulières relevaient de la *Cour de Licharre*, où siégeaient dix gentilshommes appelés les *potestats du pays de Soule*. — Mauléon, ville royale, avait une administration à part.

SUBDIVISIONS

« HAUTE-SOULE. 1° *Val-Dextre* : Alçay, Alçabéhéty, Alos, Arhan, Camou, Charritte-de-Haut, Chihigue, Lacarry, Sunharette. 2° *Val-Senestre* : Abense-de-Haut, Atherey, Etchebar, Haux, Laguinsge, Lichans, Licq, Montory, Restoue, Sibar, Sunhar, Tardets, et Trois-

1. V. le texte de l'échange dans MOULEZUN, *Hist. de la Gascogne*, VI, 375.

villes, auxquels il faut joindre Sainte-Engraée et Larrau, dans le quartier de *Bassa-Buria*.

« Les Arbailles. 1° La *Grande-Arbaille* : Idaux, Menditte, Mendy, Ossas, Saint-Etienne, Souguis, Suhare. 2° La *Petite-Arbaille*, ou *Vic de Peyrède* : Aussurucq, Musculdy, Ordiarp et Pagolle.

« Barhoue ou Basse-Soule[1]. 1° *Vic de Laruns* : Laruns, Larrovy, Monçayolle, Larrebieu, L'Hôpital Saint-Blaise, Abense, Viodos, Sicharre, Garindein, Chéraute, Roquiague. 2° *Vic d'Aroue* : Aroue, Ossevain, Gestas, Etcharry, Rivareyte, Charrite-de-Bas, Espès, Undurein, Arrost. 3° *Vic de Donnezain* : Ithorots, Olhaiby, Lohitzum, Oyhercq, Ainharp. — *Nota*. Le bourg de Barcus formait un bailliage à part[2] »

Telle est la description de la vicomté de Soule par M. l'abbé Menjoulet. Elle a servi de guide à M. le docteur Delisle, pour dresser la carte ci-annexée. Pourtant, je crois devoir donner ici à la suite la description du même pays qui se trouve dans le tome I des *Recherches historiques sur le Pays Basque* de M. l'abbé Haristoy. Elle diffère, comme on peut voir, quelque peu de la précédente. M. l'abbé Haristoy déclare d'ailleurs que les *Monographies et renseignements historico-généalogiques sur les maisons nobiliaires des trois provinces basques cis-pyrénéennes* (Soule, Bas-de-Navarre, Labourd), sont « dues en partie à l'obligeance de M. le capitaine Duvoisin », qui était un très brave homme, un Basque fort versé dans l'idiome et l'histoire de son pays. Il serait intéressant de savoir si la description de la Soule est l'œuvre du capitaine, ou celle de M. l'abbé Inchauspe. Dans cette dernière hypothèse, je n'accorderais pas au travail autant de confiance que dans la première. Quoi qu'il en soit, les *Monographies* dont il s'agit sont consacrées aux familles autant qu'aux fiefs ; moi, je ne dois et ne veux m'inquiéter que de ceux-ci.

« La vicomté de Soule se partageait en trois grandes divisions appelées Messageries, ainsi nommées de leur chef dit Messager : c'étaient : 1° la Haute-Soule; 2° la Basse-Soule ou Barhoue; 3° les Arbailles.

« La Haute-Soule se divisait en deux dégairies ou vics, savoir : 1° le *Val-Dextre* comprenant les paroisses d'Alçay, Alcabéhéty, Alas, Arhan, Camou, Charritte-de-Haut, Chihigue, Laccarry, Sunharrette ; 2° le *Val-Senestre*, comprenant Abense-de-Haut, Atherey, Etchébar, Haux, Laguinge, Lichans, Licq, Montory, Restoue, Sibar,

1. Faute de documents précis, nous ne plaçons que par *à peu près* les paroisses de la Barhoue chacune dans leur vic. — *Note* de M. l'abbé Menjoulet.

2. Abbé Menjoulet, *Chronique d'Oloron*, II, 480.

Sunhar, Tardets, Trois-Villes, Barcus, Sainte-Engrace et Larrau. (On appelle la Haute-Soule en basque *Bassa-Buria*).

« La Basse-Soule, ou Barhoue (*Petarra*), se divisait en trois dégairies ou vics : 1° d'Aroue, comprenant les paroisses d'Aroue, Etcharry, Lohitzun, Oyhercq, Osserain, Ribareyte et Gestas ; 2° de Laruns, comprenant les paroisses de Çhéraute, Mendibieu, Laruns, Bérogain, Moncayolle, Hôpital Saint-Blaise, Larrabieu, Arrost, Larrory, Charitte-de-Bas, Undurein, Espès, Abense-de-Bas, Viodos, Licharre, Aïnharp et Mauléon ; 3° la dégairie de Domezain faisant à elle seule avec Berraute-Ithorots un vic.

« Les Arbailles se divisaient en deux dégairies : 1° la Grande-Arbaille (Arbalhe), comprenant les paroisses de Libarrens, Gotein, Idaux, Mendy, Menditte, Sauguis, Saint-Étienne, Ossas et Roquiagne ; 2° la Petite-Arbaille ou Peyrède, comprenant les paroisses d'Aussurucq, Musculdy, Ordiarp, Pagolle, Sunhare, Garindien[1].

« Etaient réputés bourgs royaux et ayant une administration à part : Montory, Barcus, *Villeneuve* de Tardets, Haux, Sainte-Engrace, Larran. Il en était de même de la ville de Mauléon[2] ».

Voici maintenant l'état féodal de la vicomté de Soule, dans laquelle je distingue : 1° les *principaux fiefs* ; 2° les *simples seigneuries* ; 3° les *Abbayes laïques*.

PRINCIPAUX FIEFS

Avant d'être aliénée, comme nous le verrons plus bas, la haute-justice, dans toute la Soule, appartenait au Roi, comme ayant-droit des anciens vicomtes.

Les dix principaux seigneurs de la vicomté de Soule portaient le titre de *potestats*. Comme nous allons le voir, les quatre premiers prenaient aussi celui de *domecs*. Mais d'autres faisaient de même. Au point de vue pratique, il ne semble bien y avoir aucune différence entre le *domec*, et la *salle* ou demeure seigneuriale. Voici, dans l'ordre fourni par les documents, la liste des dix terres dont les seigneurs étaient qualifiés de *potestats*.

Domec de Lacharry. — *Lacharri*, 1178, coll. Duchesne, vol. CIX, f° 36.

Domec de Sibas. — *Sivas*, 1178, coll. Duchesne, vol. CVIX, f° 36.

Domec d'Ossas. — *Osas*, XIIIe s^e, coll. Duchesne, vol. CXIV, f° 36.

1. Les documents offrent quelques variantes dans la répartition des paroisses des légairies.

2. Abbe Inchauspe, *Recherches historiques sur le Pays Basque*, I, 164-165.

Domec de Chéraute. — *Cheraltus*, 1224, ch. de Barcelone, d'après Marca, Hist. de Béarn, p. 168. — Le seigneur de Chéraute se qualifiait de premier baron de Soule.

Charrite-de-Bas (Salle de). — *Xarrite*. 1414, Arch. départ. des Basses-Pyr. contrats d'Ohix, f° 16.

Bimein. — *Bimeinh*, 1520, coutume de Soule. — Cette terre était sise dans la paroisse de Domerain.

Olhaïby. — *Olhabie*, 1375, Arch. dép. des Basses-Pyr., contrats de Luntz, f° 102.

Amichalgue. — Cette seigneurie était sise dans la paroisse d'Etcharry. — *Amichalgun*, 1520, coutume de Soule.

Gentein. — Seigneurie sise dans la paroisse d'Ordiarp. — *Genteynh*, 1520, coutume de Soule.

Espes. — *Esperu*, 1275, Arch. dép. des Basses-Pyr. Not. de la Bastide — Villefranche, N° 2, f° 20.

Tels étaient les dix principaux fiefs de la Soule. Il convient maintenant de parler du comté de Troisvilles, dont la création marque un notable changement dans l'organisation du pays.

Troisvilles. — *Tres-Bielles*. vers 1475, Arch. dép. des Basses-Pyr. contrats d'Ahix, f° 21.

Par lettres-patentes du mois de mai 1633, Louis XIII donna à Armand-Jean de Peyré, lieutenant de la compagnie des mousquetaires de sa garde, tous les droits de haute, moyenne et basse justice. En octobre 1643, le même personnage, devenu capitaine de la compagnie de mousquetaires, conseiller d'Etat, etc., obtint, pour lui et ses descendants, le droit de justice haute, moyenne et basse, sur les bourgs, villages et territoires de Montory, Barlanne, Haux, Laguinge, Restoue, et Atherey. Le capitaine avait acheté, pour 16,000 livres, à Gramont, comte de Guiche, la baronnie de Montory, à laquelle se rattachaient toutes les terres susnommées. Cet achat eut lieu le 30 novembre 1638. La baronnie fut alors érigée en comté, et distraite de la vicomté de Soule, mais sous réserve des privilèges des habitants du nouveau fief. En 1646, troisièmes lettres-patentes octroyant au capitaine les droits de haute, moyenne et basse justice, sur les bourgs et paroisses de Tardets, Abense, Alos, Cébas, Sunharrette, Alçabéhéty, dont Armand-Jean de Peyré venait d'acheter les patronages seigneuriaux, et qui furent incorporées au comté de Troisvilles. Elles cessèrent par conséquent de relever de la cour de Licharre, dont il convient de dire quelque chose.

A la tête de la vicomté de Soule se trouvait un gouverneur ou châtelain. nommé par le roi, et résidant à Mauléon. Tout au pied de cette

petite ville siégeait la Cour de Licharre, présidée par un lieutenant de robe longue. Avec l'assistance des dix potestats, et au besoin de celle de tous les possesseurs des autres terres nobles du pays, ce magistrat statuait sur les causes civiles. Outre la ville royale de Mauléon, il y avait, dans les bourgs royaux de Sainte-Engrace, Tardets, Montory, Barcus, Chéraute, et Domezain, des justices subalternes. Les autres villages étaient pourvus d'une sorte de tribunal de simple police. Les appels de la Cour de Licharre étaient portés en appel devant le Parlement de Bordeaux.

Avant la création du comté de Troisvilles, le Roi, ayant droit des anciens vicomtes de Soule, aperçoit la haute, moyenne, et basse justice sur tout le pays. Il est donc assez clair que, depuis cette création, l'état dudit pays fut notablement modifié, par la restriction du ressort de la Cour de Licharre, et par la grande importance féodale du nouveau comté. Mais les choses ne devaient pas en rester là.

Par son édit de mars 1639, Louis XIII ordonna la mise en vente des domaines royaux, dans les ressorts des Parlements de Bordeaux et de Toulouse. C'est pourquoi, suivant acte du 30 mai 1641, le comte de Troisvilles devint engagiste du domaine royal dans la Soule. L'exécution de cet acte souleva maintes difficultés, et provoqua des troubles sérieux. Cependant, un arrêt du Conseil, en date du 1er juin 1658, reconnaît au comte de Troisvilles le droit d'établir des officiers de justice, mais sans pouvoir augmenter le nombre des juges. Comme la résistance des Souletains avait tourné en véritable révolte, le Roi racheta, en 1671, au comte de Troisvilles le domaine royal de Soule. Au mois d'août, même année ledit comte acheta du duc de Montmorency, héritier du seigneur de Luxe, la baronnie de Tardets.

Voilà ce que je trouvais à dire sur le comté de Troisvilles. Je puis maintenant compléter mes renseignements sur les fiefs de la vicomté de Soule.

SIMPLES SEIGNEURIES

Fiefs. — Abense (la Salle d'), Abidabe, Ahetze, Ainharp (prieuré-hôpital pour les pèlerins), Algarre, Alharry, Amichalgue, Anduin ou Udurein, Arbide, Arhets, Aroue, Arroquy, Ataguy ou thaaguy, Ariadar.

Baretche, Béhère, Berraute (Saint-Jean de) commanderie de l'ordre de Malte (à Mauléon), Berraute (à Aroue), Berro, Behegaray.

Camou, Carrère, Casenave, Carrica, (à Menditte), Carsenave (à Mare).

Donnezain,

Elissague, Etchebar, Etchebarne, Etcheberry (à Alçay), Etcheberry (à Ithorotes-Olhaïby). Etchecopar, Eyherazki.

Garat (douteux), Gentein, Gestas (douteux), Galart, Gorritepé, Gurdo (douteux),

Hagou, Harismendy,

Irigaray,

Jaurgain, Jauréguiberry (à Libarrenx), Jauréguiberry, (à Menditte), Jauréguiberry (à Undurein). Jauréguiçahar,

Laguinge, Landebizcay, Larrau, Larrori, Laruns, Lapiztoy,

Moncayolle (douteux), Mouchette,

Olhassary, Onismendy, Ordiarp (commanderie dépendante de Roncevaux), Othegain (probablement à Chéraute), Oyhenart,

Pagolle (prieuré de Prémontrés, diocèse d'Oloron),

Rocain ou Arrocain, Rospide, Ruthie (nom francisé d'Urruty, à Aussurucq),

Sainte-Engrace (collégiale de chanoines de Saint-Augustin), Saint-Étienne (la Salle de), à Sauguis, Saint-Etienne, Saldun, Sagunes (douteux), Sauguis (la Salle de) parfois appelé baronnie au XVIIIe siècle,

Tardets, Tartas,

Uhalt (situation inconnue), Urrutigoity.

ABBAYES LAÏQUES

Les abbayes laïques étaient de véritables fiefs, dont les tenanciers[1] étaient des laïques. Ils siégeaient aux États, dans le corps de la Noblesse, en Soule, en Basse-Navarre, dans la vicomté de Béarn, et dans le comté de Bigorre.

Voici les abbayes-laïques de la vicomté de Soule :

L'Abbadie à Sauguis, l'Abbadie à Ithorots, l'Abbadie à Arrost, l'Abbadie à Berrogain.

1. Parmi les travaux que j'ai utilisés pour traiter de la vicomté de Soule, je me borne à signaler ici le plus récent, celui de M. l'abbé Haristoy, *Études historiques sur le Pays Basque*, I, 91-114, II, 162-167, 273-277 et 397-446. Mais M. l'abbé Haristoy s'inquiète autant, pour le moins, des familles que des fiefs, tandis que je me limite strictement à ceux-ci.

M. Albert BREITTMAYER
Ancien sous-directeur des bateaux à vapeur du Rhône, à Lyon

LE ROLE DES EAUX EN GÉOGRAPHIE [680]

— *Séance du 8 aout* —

Depuis l'établissement des chemins de fer, ce nouveau genre de locomotion à la fois si commode et si prompt, l'engouement du public a été tel que les pouvoirs publics avaient presque complètement délaissé la navigation intérieure malgré les nombreuses réclamations de ceux qui y étaient intéressés. Comme en toutes choses, depuis une vingtaine d'années, un revirement s'est opéré, et, grâce aux efforts de quelques esprits distingués, on s'aperçoit aujourd'hui, par des besoins urgents qui se manifestent, comme du reste par ce qui se passe dans les pays étrangers, que non seulement il ne faut pas abandonner notre navigation intérieure, mais qu'il est d'une absolue nécessité de la relever pour ne pas voir péricliter notre commerce et notre industrie nationale.

« Les fleuves sont, nous l'avons dit autre part, une pénétration des « mers dans l'intérieur des terres, comme ils servent aussi de chemin « naturel vers elles; ils ne sont que la continuation de la route de mer « et le rôle de la navigation intérieure ne doit être que la prolongation « de la voie maritime ». Nous disons plus; cette prolongation est fatalement nécessaire. Lorsqu'on se plaint de la pénurie de marins en France, lorsqu'on prolonge fort loin de nos côtes l'inscription maritime pour y obvier, la navigation intérieure n'est-elle pas, pour ainsi dire, une école préparatoire nécessaire pour la carrière d'homme de mer, ne fût-ce même que pour en donner le goût? Comme cela existe depuis longtemps déjà dans des pays étrangers, on commence en France à parler des ports fluviaux comme on parlait jadis seulement des ports maritimes. Quelques-unes de nos villes ont installé des quais de débarquement ou d'embarquement avec des grues, etc., etc., alors qu'autrefois nous étions obligés, sur le Rhône, d'installer le long des quais,

lorsque l'autorité voulait bien nous en donner la permission et à nos frais bien entendu, des sortes d'appontement en bois supportés par quelques poutres enchevêtrées; c'était, on le voit, fort primitif.

On entend dire, depuis de longues années, que les chemins de fer ont annihilé la voie fluviale, et cette dernière du reste a fait entendre nombre de fois ses plaintes et ses justes réclamations, abandonnée qu'elle était par l'opinion publique qui toujours est attirée par le nouveau, et en raison de cela, aussi par les pouvoirs publics qui réservaient pour les chemins de fer tout l'argent dont ils pouvaient disposer. Et lorsqu'on appelle l'attention sur cette question, bon nombre vous répondent que la navigation est une chose usée et remplacée par les chemins de fer; à quoi donc peut-elle servir et pourquoi l'État y dépenserait-il de l'argent employé ainsi en pure perte ? Encore si la navigation ne se trouvait qu'en présence de ces on-dit de chacun; mais une autre thèse a été émise dernièrement par le Directeur d'un de nos grands réseaux. Jusqu'à présent on disait, nous l'avons vu, que les voies ferrées avaient ruiné la navigation, et voici qu'il se plaint aujourd'hui de la concurrence que leur fait cette dernière, et il voudrait qu'on la soumette à des droits tout comme les chemins de fer, dit-il, oubliant ce grand principe, consacré du reste par plusieurs votes de nos Chambres, à savoir la libre circulation, c'est-à-dire la gratuité sur les cours d'eau.

Vous avez entendu souvent parler des plaintes formulées depuis nombre d'années par les riverains de la Loire comme de nos autres rivières, des sommes pour ainsi dire dérisoires dépensées pour en améliorer quelques-unes dans ce que leurs cours peuvent avoir de gênant pour la navigation, et vous savez ce qu'il en est de l'inavigabilité de la Loire. Vous savez l'insistance avec laquelle on démontre la nécessité absolue d'une amélioration si utile au pays. Nos adversaires peuvent essayer de faire valoir leur opinion, si ce n'est leur droit, dans la section d'économie politique; chacun est libre, personne ne peut imposer ses idées à d'autres; mais dans la section de géographie où nous portons la question, elle est tout autre. Il n'y a plus ici à examiner les questions particulières que soulèvent telles ou telles entreprises de transport: ce sont des questions intéressées qui ne concernent pas la géographie; elle ne doit voir que l'intérêt général.

Or la géographie est la description de la terre, c'est pour ainsi dire la photographie de tout ce qui existe à la surface de notre planète. Elle nous apprend tout ce que l'homme y a trouvé à son apparition, et en même temps, elle donne l'historique des modifications subies par la nature et de ce qu'il y a installé, cette dernière chose comme moyen

(à retenir ce mot) d'y améliorer son existence. Il y a trouvé non seulement de vastes étendues d'eau, plus considérables que les continents, sur lesquelles, par son besoin insatiable de tout connaître, il s'est hasardé au fur et à mesure qu'il en a trouvé les moyens, sans même souvent prendre souci de sa vie propre. Il y a trouvé non seulement ces mers immenses, mais des cours d'eau que de tout temps, aussi loin que l'imagination peut se le figurer, il a appelé *des chemins qui marchent*. La vie, l'activité se sont développées sur ces cours d'eau et sur leurs bords par les moyens les plus rudimentaires, plus faciles et moins dispendieux que sur toute autre voie. Ils ont toujours existé pour lui, ils existeront toujours, sauf, bien entendu, les déperditions ou les dessèchements que la science peut constater et prévoir, et qui, en tous cas, ne peuvent et ne doivent pas le retenir dans la réalisation de ses besoins présents. Ils font donc partie inhérente du sol, ils sont donc pour nous une propriété précieuse dont l'homme ici-bas, simple usufruitier de ce qui existe sur notre globe, a charge d'entretien par une nécessité absolue qu'il est en quelque sorte forcé de subir. Peut-on sous quelque prétexte que ce soit laisser péricliter une chose qui est, et peut-on en laisser la charge d'entretien aux simples riverains, alors que la circulation dans un pays intéresse tout ce pays? Évidemment non.

Depuis les temps les plus reculés la locomotion s'est faite simultanément par les rivières, fleuves et lacs aussi bien que par les routes tracées par l'homme sur la terre ferme. Au commencement cette locomotion était très primitive, et successivement elle s'est améliorée. A ces époques on s'arrêtait lorsque venait un brouillard, un orage, tout aussi bien sur terre que sur l'eau et on attendait: on n'était pas pressé comme à notre époque. A la mauvaise saison, quand la neige obstruait les routes et que les rivières étaient encombrées de glaçons, on restait chez soi comme le montagnard s'enferme encore aujourd'hui pendant l'hiver. Entre ces deux voies de transport il n'existait pour ainsi dire pas de concurrence; on utilisait l'une comme l'autre suivant les avantages que l'on y trouvait.

Ce rapide tableau de ce qui s'est passé pendant bon nombre de siècles a subitement changé du tout au tout par suite de l'installation pratique de la machine à vapeur, dont la recherche a duré plus de 18 siècles! Si la voiture à vapeur, entrevue par Papin, réalisée sommairement par Cugnot, plus tard par Evans, c'est-à-dire l'automobile, a été devancée par la locomotive, c'est que Richard Trevithick, en la plaçant sur le rail, crée définitivement les voies ferrées. Il n'est qu'un moyen employé par l'homme et que ses découvertes successives

peuvent améliorer et même changer; c'est un troisième mode de locomotion, puisqu'au lieu d'être simplement superposées sur les routes existantes, elles donnent lieu, avec les Stephenson, à des voies nouvelles qui, par la suppression des rampes trop fortes, l'établissement de tranchées, de viaducs et de tunnels, ont permis une communication plus prompte et plus facile. Nous ferons remarquer ici que ce troisième mode de locomotion a été concédé en France à des compagnies au lieu de rester propriété entière de l'État (on en a vu en 1870 l'inconvénient) comme il doit en être de toute route nationale; ce qui faisait dire en 1838 à Lamartine que l'idée d'aliéner de grandes lignes de communication ne serait jamais venue à Napoléon. La navigation à vapeur, elle, a à lutter contre deux difficultés : l'obscurité, c'est-à-dire la nuit et le brouillard, moins difficile à traverser pour la locomotive qui est guidée par le rail, et le courant de la rivière en sens inverse à la remonte qui nécessite une force de machine beaucoup plus grande.

Si le service des Ponts et Chaussées pour la navigation a été créé trop tard, puisqu'il n'a fonctionné d'une façon normale, on peut le dire, que lorsque les voies ferrées ont commencé leur service, il n'en a pas moins apporté des perfectionnements utiles à nos rivières en facilitant de beaucoup la circulation de la batellerie. Un seul exemple le prouve surabondamment : en 1849 il y avait sur le Rhône 21 jours d'interruption, en 1883 et de 1885 à 1888 la navigation n'a pas été interrompue. Le minimum d'étiage qui était 0,40 est de 1^{m}15. Le nombre des passages difficiles qui ne présentaient pas 1^{m}40 et qui était lors du commencement des travaux de 104 est tombé en 1884 à 31, en 1886 à 16, en 1888 à 3.

Il y a 70 ans lorsque commença la navigation à vapeur, le roulage poussa les hauts cris et se crut ruiné; il en fut de même pour les bateaux à vapeur lorsque furent inaugurés les premiers chemins de fer. Mais en tous cas ni les uns ni les autres ne furent anéantis et la preuve démonstrative, pour les premiers surtout, c'est que le nombre kilométrique de colliers, loin de diminuer, a augmenté sur l'ensemble des routes de France; il est vrai cependant que cette augmentation provient surtout de l'abord de nos grandes villes. Mais plus les moyens de circulation augmentent, plus le trafic s'accroît. Cela est hors de conteste. Il en est aussi de même de la navigation quoique dans un cadre plus restreint. La déclaration que nous venons de citer du directeur d'un de nos réseaux en donne la preuve.

Nous ne demandons pas au budget des sommes équivalentes de celles dont on peut avoir besoin pour les voies ferrées, mode dispendieux du reste. Mais nous demandons que l'on n'oublie pas plus la

navigation que les routes de terre. Nous croyons que l'on a besoin de ces trois modes de circulation. Nous demandons seulement que « l'on « cherche toujours davantage, comme l'a dit la Chambre de Commerce « de Lyon, le moyen de faire vivre ensemble la navigation et les voies « ferrées, dans l'intérêt général, comme dans leur intérêt particulier « mieux entendu, tantôt en concurrents courtois, tantôt en alliés, « pour tirer parti, au profit de tous, d'un commun accord, des res- « sources de certaines régions ».

Nous croyons en avoir suffisamment dit pour vous engager à émettre un vœu chaleureux pour la navigabilité de la Loire. N'oublions pas ce qu'a été, au delà des mers, le commerce nantais ; que la Basse-Loire fut la première dotée d'un service de bateaux à vapeur entre Nantes et Paimbœuf, qu'il y avait, il y a un demi-siècle, à Roanne, un service fait par deux bateaux à vapeur. Bien plus les premiers services qui ont desservi le Rhin et ses affluents ont été organisés avec des bateaux d'un type spécial, dit inexplosibles, qui se sont rendus à leur point d'attache par la Loire et les canaux. Permettez-moi d'ajouter qu'à la création de la navigation à vapeur du Rhône en 1829, c'est la ville de Nantes qui nous a procuré nos charpentiers et nos calfats.

Vous voyez, Messieurs, qu'ici nous sommes au berceau de cette navigation qui fut si prospère avant l'établissement des voies ferrées. Je n'ai pas besoin de vous rappeler ce que sont nos hommes de rivières, cette mâle population qui, par sa vocation propre, est une de nos classes les plus endurantes, les plus énergiques, et les plus honnêtes. Souhaitons donc vivement que cette navigation reprenne en France le rang qu'elle doit y tenir pour la grandeur et la prospérité du pays. Napoléon, en parlant de la République Française aux plénipotentiaires de Léoben, disait qu'elle était comme le soleil, aveugle qui ne la voit pas. Ne pouvons-nous pas en dire autant de la question dont je viens de vous entretenir?

MM. DIBOS, Léo DEX et HOURST

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE LA POSSIBILITÉ DE VOYAGES AÉRIENS AU LONG-COURS A TRAVERS LE SAHARA CENTRAL ET LE SOUDAN FRANÇAIS.

— *Séance du 8 août* —

L'exploration de certaines régions de notre Globe présente des difficultés jusqu'ici insurmontées. Certaines de ces régions opposent par la nature de leur climat des obstacles infranchissables à la marche du voyageur obligé de se déplacer à la surface du sol : tels sont les pôles par leurs banquises. Quelques autres, par leur étendue, leur éloignement des pays civilisés et le caractère de leurs habitants, n'ont pu être explorées qu'imparfaitement et au prix des plus grands efforts ; de ce nombre est le Sahara central.

Depuis la découverte des aérostats, on a espéré vaincre les obstacles offerts à la marche des explorateurs en les franchissant en ballon. La première application de ce principe qui s'offrit naturellement à l'esprit fut l'exploration des régions polaires, exploration dont les difficultés ont toujours résidé dans le franchissement du mur de glaces constitué par la banquise.

La question de la direction des aérostats, bien qu'ayant fait un grand pas depuis une vingtaine d'années, n'est pas encore assez avancée pour permettre d'exécuter de pareilles entreprises au moyen d'un ballon dirigeable. On ne peut songer actuellement à les tenter qu'en utilisant un aérostat non dirigeable confié à un courant qui, après lui avoir fait traverser la région à explorer, lui permette d'atterrir dans un endroit où les moyens de rapatriement ne fassent pas complètement défaut aux aéronautes.

L'existence d'un pareil courant dans les régions polaires est fort discutable ; de plus, la réussite de leur traversée en ballon est soumise à une éventualité qui constitue un danger terrible pour l'aérostat ; nous voulons parler des tombées de neige, causes de surcharges telles qu'un

ballon ne pourrait continuer à se soutenir en l'air s'il subissait une chute de neige un peu persistante.

Les voyages aériens au long-cours dans les régions polaires semblent donc ne présenter que fort peu de chances de réussite. En serait-il de même s'ils étaient tentés dans d'autres régions à des époques où l'eau reste à l'état liquide et où des vents de direction à peu près fixe pourraient être utilisés pour exécuter le voyage aérien ? Cette question demande en outre une étude très-complète de la météorologie des régions à explorer ; cette étude, nous l'avons faite ; elle a été couronnée par deux Académies et elle nous a amené à conclure que la constance absolue du souffle des alizés du nord-est à la surface du Sahara Central et du Soudan permettrait à un aérostat de traverser ces contrées sans avoir besoin d'être dirigeable. De plus, l'un de nous, lors de sa descente du Niger, a pu vérifier le bien fondé de ces conclusions. Pour la discussion de cette partie météorologique de notre projet, nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer à notre ouvrage, les développements qu'elle comporte étant trop étendus pour pouvoir trouver place dans cet exposé [1].

La seconde étude qu'exige la réponse à cette question est celle du navire aérien. Nous en donnons ci-après les lignes principales, renvoyant également pour les détails à l'ouvrage précité.

Tout d'abord il y a lieu de fixer le volume de ce ballon.

Or la comparaison des ballons de différentes capacités avec ceux actuellement en usage nous a amenés à conclure que le ballon de volume maximum répondant à une manœuvre aisée du lest à la main est le ballon de 14^{m} de rayon [2].

Les dispositifs spéciaux pourraient, à la vérité, assurer une manœuvre plus rapide du lest, mais présenteraient de grands dangers dans les moments critiques où elle est la plus importante.

Pour ces raisons, nous croyons prudent de ne pas donner, au ballon destiné à être conduit par un seul aéronaute à la fois, un rayon très supérieur à 14^{m} (correspondant à un volume de 11,500$^{m^3}$) et nous adopterons comme base des démonstrations qui suivent le ballon de ce volume ; ceci afin de fixer les idées.

L'enveloppe des ballons employés jusqu'ici pour des voyages aériens de longue durée présente en général une résistance trop faible à la déchirure (coefficients de sécurité de 4 à 5) et à la transfusion du gaz

1. Note A.

2. Les aérostats et l'exploration du Continent Africain (Revue Maritime et coloniale 1892) ouvrage couronné par l'Académie des Sciences (Institut de France) en 1894 (prix Saintour 3000 fr.) et par l'Institut Smithsonien de Washington (U. S. A.) (médaille de bronze en 1895) ; par Léo Dex et M. Dibos.

à laquelle s'opposent uniquement une ou plusieurs couches de vernis.

Un coefficient de sécurité de 10 à 15 ne serait pas exagéré pour un ballon destiné à un long voyage et soumis pendant un temps prolongé à toutes les intempéries. D'ailleurs l'adoption de ces valeurs pour le coefficient de sécurité n'exige pas des enveloppes trop lourdes ni d'épaisseurs extraordinaires. Ainsi, pour le ballon de 14^{m} de rayon, elle nécessite la constitution de l'hémisphère supérieur par 5 couches de soie ponghée simple superposées et de l'hémisphère inférieur par 2 ou 3.

Il est possible d'assurer à cette enveloppe une étanchéité presque absolue, en même temps qu'une grande souplesse et une légèreté relative, en s'oppposant à la transfusion du gaz non seulement par le vernissage partiel de la soie, mais encore au moyen d'une enveloppe en baudruche. A l'intérieur du ballon en soie un ballon de volume légèrement supérieur, s'appuyant exactement sur celui-ci et ne supportant par suite aucune tension, pourrait remplir cet objet; comme dans les ballons anglais, huit couches de baudruche superposées et collées le constitueraient, assurant une étanchéité presque absolue.

Le filet adopté comme mode d'attache de la nacelle au ballon a l'inconvénient d'augmenter dans de fortes proportions les ruptures d'équilibre dues à la pluie et à l'humidité ; ces ruptures d'équilibre seraient beaucoup atténuées si la partie externe de l'enveloppe revêtue d'un enduit hydrofuge parfaitement lisse ne présentait pas les saillies dues aux mailles de filet, la suspension s'attachant directement à l'étoffe du ballon dans les environs de l'équateur au moyen de pattes d'oie et de bâtonnets engagés dans l'étoffe[1], mode de suspension qui a déjà donné d'excellents résultats dans la pratique.

Ce système d'enveloppe est, il est vrai, un peu lourd, mais il rachète et au delà, par son étanchéité presque absolue et la moindre influence des surcharges accidentelles, la diminution du lest emporté au départ causée par son poids[2].

∴

Notre intention n'est pas de discuter successivement chacun des éléments de l'aérostat projeté : cependant nous dirons un mot de deux

1. *Fig. 2*, note D.

2. Les pertes de gaz dues à la transfusion à travers cette enveloppe sont inférieures à 8 m^{3} par 24 heures (note G).

organes importants de la navigation aérienne au long cours : le guide-rope[1] et le ballonnet[2].

Les guides-rope employés jusqu'à présent sont, à notre avis, trop légers, car pour réaliser un voyage aérien au long cours, il faut rester le plus longtemps en l'air avec une quantité de lest donnée. Or si l'aérostat possède un guide-rope assez lourd, il pourra n'avoir pas besoin de dépenser de lest pour combattre les circonstances extérieures de ruptures d'équilibre, car il ne cessera pas de guide-roper malgré les causes étrangères d'augmentation de force ascensionnelle (coups de soleil, etc.,) et rester à une distance suffisante du sol pour éviter tout choc malgré les causes d'alourdissement (pluies, refroidissement du gaz, etc.) L'aérostat muni d'un guide-rope assez lourd naviguera ainsi théoriquement sans autre dépense de lest que celles provenant des fuites de gaz à travers l'enveloppe.

La navigation aérienne exécutée dans ces conditions facilite la reconnaissance du terrain de la surface duquel la nacelle reste à une distance inférieure à la longueur totale du guide-rope et permet théoriquement à l'aérostat de rester en l'air presque indéfiniment.

Un guide-rope d'un poids suffisant pour résister à toutes les causes, même les plus intenses, de rupture d'équilibre, offre cependant deux inconvénients : en premier lieu, le frottement de la partie traînant sur le sol ralentit sensiblement la marche de l'aérostat; en second lieu, ce même frottement occasionne un abaissement de l'altitude de l'aérostat; abaissement qui, dans le cas de surcharges accidentelles considérables, pourrait amener le choc de la nacelle contre les accidents du sol.

Pour le ballon de 14 mètres de rayon pris comme type de notre démonstration, le poids à donner au guide-rope est d'environ 1260 kilogs[3].

1. Guide-rope : Le guide-rope est un câble de grande longueur, généralement en chanvre, attaché au cercle de suspension, pendant librement au-dessous de l'aérostat et destiné à lui permettre de lutter sans dépense de lest contre les variations de force ascensionnelle de la masse gazeuse enfermée dans le ballon. Par exemple, lorsque par suite d'une surcharge accidentelle, telle que la pluie un ballon descend, son guide-rope se dépose sur le sol et déleste en partie l'aérostat dont le mouvement de descente cesse dès qu'une portion suffisante du guide-rope s'est déposée à terre.

Grâce à lui on réalise donc le navire aérien stable dans l'atmosphère à altitude à peu près constante.

2. Ballonnet à air : Le ballonnet à air est une poche imperméable placée à l'intérieur du ballon et destinée à recevoir de l'air insufflé au moyen d'une pompe du bord de la nacelle. En se gonflant, le ballonnet comble les vides produits par les déperditions de l'hydrogène du ballon. Il permet donc de réaliser le ballon de force invariable.

3. Note B.

Afin de diminuer le moins possible la vitesse horizontale de l'aérostat, diminution causée par le frottement du guide-rope sur le sol, celui-ci devra être parfaitement lisse. Il sera constitué d'une matière susceptible d'un poli parfait et d'une dureté considérable lui permettant de résister sans usure sensible à un long service.

Les retards apportés à la marche du ballon de 14 mètres de rayon par un guide-rope de 1260 kilogs formé d'un câble en acier poli du type Excelsior ne présentant ni saillies ni creux et d'une longueur totale de 280 mètres, sont donnés par le tableau suivant[1] :

Poids de la portion de guide-rope posant à terre.. kg.	225	450	675	900	1125	1260
Longueur de la portion de guide-rope posant à terre..... m.	50	100	150	200	250	280
Retard de vitesse dû au frottement du guide-rope sur le sol..... ... m. p. s.[2]	1,37	1,93	2,37	2,74	3,05	3,29

Ces diminutions de vitesse sont, d'après les expériences de Morin, indépendantes de la vitesse des parties frottantes, c'est-à-dire de l'aérostat, et dépendant uniquement de la nature des surfaces en contact ; les chiffres portés dans le tableau ci-dessus correspondent au cas où le guide-rope frotte sur une terre ordinaire.

La vitesse moyenne des vents alizés au Sahara et au Soudan étant de 6 à 8 mètres par seconde, ce tableau fait voir que l'aérostat conserve une vitesse suffisante, quelle que soit la longueur de guide-rope posant à terre.

Le guide-rope occasionne non seulement une diminution de la vitesse horizontale de l'aérostat, mais encore un abaissement de son altitude, abaissement qui pourrait amener, dans certains cas, la nacelle à toucher les grands arbres si on ne prenait la précaution de munir le guide-rope d'une rallonge plus légère que lui, mais de même diamètre ou de diamètre supérieur.

En supposant à cette rallonge une longueur de 30 m., les diverses

1. Voir l'établissement de ce tableau à la note C.
2. Ou « vitesse relative de l'aérostat par rapport à l'air ambiant » (en mètres par seconde).

altitudes du ballon de 14 m. guide-ropant sont celles du tableau suivant[1] :

Longueur de la portion de guide-rope posant à terre..... m.	0	50	100	200	250	270
Altitude de l'aérostat au-dessus du sol guide-ropé. m.	310	239	176	116	62	8

Ces altitudes sont indépendantes de la vitesse du vent, puisqu'elles sont uniquement fonction de la vitesse relative de l'aérostat par rapport au courant d'air dans lequel il se déplace.

Nous ne dirons qu'un mot du ballonnet à air. Le ballonnet doit pouvoir remplir son office — maintenir le ballon arrondi — jusqu'aux derniers instants du voyage ; son volume doit, par suite, être égal au volume de gaz sorti au moment de l'atterrissage final.

Par exemple, pour le ballon de 14 mètres de rayon, après défalcation du poids de l'aérostat complet, de quatre aéronautes et de tous les objets nécessaires à leur existence ainsi qu'à la reconnaissance du terrain parcouru, on trouve pour total de lest à dépenser, jusqu'au moment de l'atterrissage, le poids de 8,600 et quelques kilogrammes. Ce poids de lest équivalant à un volume de gaz de 7,700 mètres environ, pour que le ballonnet maintienne le ballon arrondi jusqu'à la fin du voyage, son volume devra être de 7,700 mètres[1] soit à peu près les 2/3 du volume du ballon.

L'utilité, nous dirons même la nécessité, d'un ballonnet pour entreprendre un pareil voyage est indiscutable[2], et le poids, d'ailleurs très faible, de la membrane séparatrice dont il nécessitera l'existence à l'intérieur du ballon (200 kilos environ) ne peut être invoqué pour en rejeter l'adoption.

∴

Le mode de navigation à adopter pour un voyage aérien au long cours est capital à fixer à l'avance dans tous ses détails par des essais.

Ci-après nous en exposons les principes généraux.

1. Voir l'établissement de ce tableau à la note D.
2. Note E.

La méthode de navigation aérienne qui permet un emploi constant du guide-rope, et, par suite, autorise à compter sur une longue durée de résistance do l'aérostat aux causes extérieures de déperdition de lest, consiste à se laisser porter par les courants favorables et à s'arrêter quand le vent souffle dans une direction contraire à la direction générale du voyage. La manœuvre de l'aérostat serait dans ce cas celle d'un radeau naviguant à la voile sur une eau de peu de profondeur, les passagers utilisant pour la marche les vents venant de l'arrière et jetant l'ancre par les vents contraires. Cette dernière manœuvre ne serait possible pour l'aérostat que par les vents assez faibles pour que le ballon ainsi rendu captif ne puisse être couché par le vent [1], condition qui se trouve réalisée entre les mois d'octobre et d'avril au Sahara et au Soudan français, le souffle de l'alizé y étant à cette époque régulier aussi bien en force qu'en direction.

Naviguant dans ces conditions, un aérostat de volume suffisant et dont le guide-rope serait assez lourd pour lui permettre, sans jeter du lest, de résister à toutes les causes extérieures de rupture d'équilibre, pourrait rester plusieurs semaines en l'air, puisque les causes de perte de lest seraient réduites aux pertes dues aux fuites de gaz à travers l'enveloppe et aux circonstances extraordinaires (orages à éviter, escarpements à franchir, etc.,) qui obligeraient à cesser de guide-roper pour reprendre momentanément la navigation libre [2].

La distance franchie dans une direction donnée ou distance utile franchie pourrait, vu le temps considérable dont on disposerait, atteindre plusieurs milliers de kilomètres, l'aérostat marchant par les vents favorables et s'ancrant par les vents contraires [3].

Cette dernière méthode de navigation, la seule qui semble pouvoir amener au résultat cherché — parcourir en ballon dans une direction donnée une distance de plusieurs milliers de kilomètres, — ne peut être mise en pratique qu'à trois conditions absolument essentielles :

1° La direction générale du voyage devra être celle des vents régnants des régions traversées (du nord-est au sud-ouest, pour une traversée du Sahara central, l'alizé, vent régulier, ayant cette direction de souffle).

2° Les contrées parcourues auront une nature de sol ou de végétation permettant à l'ancre de mordre facilement.

3° A aucun instant du voyage, l'aérostat n'aura à craindre de dépots de givre ou de neige sur son enveloppe et ses agrés.

1. Note F.
2. Note G.
3. Note H.

*
* *

En résumé, les voyages aériens au long cours présentent fort peu de chances de succès dans les régions polaires. Ils sont, au contraire, possibles dans les régions tropicales, à la condition de faire un emploi judicieux d'un guide-rope assez lourd et d'adopter un point de départ convenablement choisi.

Note A

Ballon de volume maximum dont la conduite peut être assurée sans fatigue pendant quelques heures par un seul aéronaute manœuvrant le lest à la main.

Supposons que la projection de lest se fasse par un orifice ménagé au fond de la nacelle à proximité de l'endroit où se trouvent les sacs et que le poids de chacun d'eux soit de 20 kg. L'expérience montre que, dans ces conditions, un homme sans aide peut sans les vider jeter six sacs, soit 120 kg. de lest, en 15 secondes.

Un ballon rentre donc dans la catégorie en question si sa manœuvre ne nécessite pas d'une façon ordinaire un jet de lest supérieur à 120 kg. par demi-minute. Dans ces conditions, en effet, en admettant que la manœuvre du lest se fasse (comme cela a lieu dans la pratique) toutes les 30 secondes, il reste à l'aéronaute dans le cas le plus défavorable 15 secondes pour observer son baromètre et son chronomètre, temps largement suffisant.

Examinons si le ballon de 14 m. de rayon rentre dans la catégorie des ballons ainsi définis.

L'expérience montre que la vitesse de descente doit (quel que soit le poids du guide-rope) être enrayée toutes les fois qu'elle dépasse 3 m. à la seconde, soit 90 m. à la demi-minute.

La surcharge correspondante, tirée de la formule connue

$$F = 0{,}0255\, D^2 v^2,$$

est de 180 kg. pour le ballon de 14 m. de rayon.

Pour le même ballon la surcharge correspondant à une vitesse de 2 m. est de 80 kg.

Si donc la vitesse de chute est supérieure à 3 m., c'est que la surcharge est supérieure à 180 kg. En jetant 120 kg. de lest[1], on ramènera la vitesse à 2 m., correspondant à une surcharge d'environ 80 kg.

La surcharge de 180 kg. étant inférieure à la moitié du poids du guide-rope, l'aérostat se trouve encore dans le cas d'une vitesse de chute de 2 m. par seconde dans d'excellentes conditions de sécurité à ce point de vue[2].

1. Les sacs étant de 20 kg., si on veut jeter plus de 100 kg. de lest sans vider de sac, il faut en jeter 120.

2. Cette surcharge de 180 kg. sera assez fréquente par les temps de nuages isolés ; elle correspond, en effet, à une différence de température moyenne du gaz d'environ 15° ; elle correspond aussi au tiers environ de la surcharge maxima due à l'humidité. On peut donc la considérer comme la surcharge contre laquelle le pilote du ballon de 14 m. aura à lutter couramment (note B).

Cette discussion établit que le ballon de 14 m. de rayon est le ballon de volume maximum répondant à l'énoncé.

En temps normal un seul aéronaute pourra conduire ce ballon en jetant le lest à la main par un orifice situé au fond de la nacelle, et il aura dans le cas le plus défavorable 15 secondes pour observer son baromètre.

Note B. — *Guide-rope du ballon de 14 m. de rayon.*

Plaçons-nous dans les conditions atmosphériques les plus défavorables pour l'aérostat ; supposons qu'il soit soumis brusquement aux influences les plus considérables et calculons sa force ascensionnelle restante dans les deux cas extrêmes de surcharge maxima et d'augmentation maxima de force ascensionnelle.

Soit F, la force ascensionnelle restante du ballon dans les conditions normales, c'est-à-dire l'enveloppe étant complètement sèche et le gaz sec à la température de l'air ambiant également sec.

S'il survient un fort brouillard, accompagné d'une petite pluie fine, l'étoffe [1] du ballon se chargera d'une quantité d'eau dont le poids ne dépassera jamais 135 gr. par m.², soit environ 330 kg. [2] pour un ballon de 14 m. (Pour que ce poids maximum fut atteint, il faudrait que la vapeur d'eau se condensât simultanément de la même façon sur toutes les parties du ballon).

D'autre part, l'air étant saturé de vapeur d'eau, son poids peut tomber de 1,29 à 1,28 gr., soit pour l'aérostat une diminution de force ascensionnelle de 0,01 gr. par m³, ou pour 11500 m³ une diminution de 115 kg.

La surcharge totale du ballon sera donc de 445 kg., et la force ascensionnelle restante tombera à

$$F - 445 \text{ kg.}$$

Supposons maintenant que l'air devienne complètement sec et que le soleil frappe l'aérostat pendant assez longtemps pour que toute l'eau s'évapore et que toute la masse gazeuse s'échauffe.

La différence moyenne de température entre le gaz d'un gros ballon et l'air ambiant ne dépassera qu'exceptionnellement 16°, ce qui, pour un ballon de 14 m. de rayon, correspond à une augmentation de volume de 630 m³, donnant une augmentation de force ascensionnelle de 815 kg.

L'aérostat acquiert une force ascensionnelle de

$$F + 815 \text{ kg.}$$

Entre les deux instants considérés elle a donc varié de 1260 kg. [3].

1. Cette étoffe est de la soie ponghée recouverte d'un enduit hydrofuge. Avant que le poids de l'eau déposée dépasse 135 gr., l'eau ruisselle en partie et par conséquent déleste proportionnellement le ballon, puisque celui-ci n'a pas de filet.

2. Ce chiffre étant trop fort, l'erreur commise en omettant le poids de l'eau déposée sur les agrès et la nacelle se trouve compensée.

3. Ce chiffre représente évidemment un maximum même dans l'hypothèse exceptionnelle que nous avons faite, car en général certaines causes viennent diminuer l'intensité d'action de ces phénomènes sur l'aérostat ou créer des phénomènes secondaires qui agissent en sens opposé, et nous négligeons ici toutes ces circonstances avantageuses.

Pour le ballon de 14 m. de rayon un guide-rope du poids de 1260 kg. satisfera par suite aux conditions énoncées plus haut.

Le guide-rope sera d'autant plus avantageux qu'il sera plus long, car plus l'altitude de l'aérostat sera grande, plus la vue sera étendue. D'autre part, quand la longueur de ce câble augmente, sa résistance à la rupture diminue et les secousses qu'il imprime au ballon sont plus fortes. Ces considérations nous ont amenés à donner au guide-rope une longueur de 280 m. pour notre démonstration.

La rallonge ayant 30 m., la longueur du guide-rope complet sera de 310 m.

Ces chiffres n'ont rien d'absolu et cette longueur pourra dépendre d'autres causes, par exemple de la nature des pays à traverser ou de certains détails de manœuvre.

Note C. — *Diminution de vitesse due au guide-rope.*

Le frottement du guide-rope sur le sol occasionne un ralentissement de la vitesse horizontale de l'aérostat.

Soit f le coefficient d'adhérence du guide-rope posant sur le sol, p le poids de la portion de ce câble qui frotte. La résistance opposée à la marche de l'aérostat est [1]

$$fp,$$

f étant fonction de la nature des substances qui frottent l'une sur l'autre.

Le vent ayant une vitesse v, l'action du vent sur l'aérostat est

$$F = 0{,}0255\ D^2 v^2.$$

Par suite du frottement du guide-rope l'aérostat se déplace avec une vitesse x inférieure à v ; il possède alors par rapport à l'air dans lequel il se meut un mouvement relatif de sens contraire à celui de la masse d'air ; cette masse d'air oppose à ce mouvement relatif une résistance φ donnée par la formule

$$\varphi = 0{,}0255\ D^2 (v - x)^2,$$

résistance φ égale à fp dans le mouvement permanent.

La vitesse x de l'aérostat pour une vitesse de vent v est donc donnée par l'expression

$$fp = 0{,}0255\ D^2 (v - x)^2;$$

1. Cette formule résulte des expériences de Morin, relatées dans l'Introduction à la mécanique industrielle de Poncelet ; d'après ces expériences, f est indépendant de la vitesse et, dans le cas particulier qui nous occupe, sensiblement indépendant de l'étendue des surfaces en contact ; il ne dépend que de leur nature ; les mêmes expériences ont fourni les valeurs de f employées plus loin. (Si le guide-rope frottait sur un sol dépourvu de saillies formant obstacles, f serait indépendant de la largeur du guide-rope ; sur un terrain présentant des obstacles, le guide-rope présentant la moindre résistance à la marche de l'aérostat sera celui qui aura la section la plus faible.)

la vitesse relative ou diminution de vitesse y est

$$y = v - x = \frac{6{,}3\sqrt{fp}}{D},$$

et la vitesse vraie de l'aérostat

$$x = v - \frac{6{,}3\sqrt{fp}}{D}.$$

Le tableau suivant renferme les différentes valeurs de y lorsque p varie ; valeurs calculées pour un guide-rope en acier poli frottant sur un sol ordinaire et pour le ballon de 14 m. de rayon

Valeur de p..... kg.	225	450	675	900	1125	1260
Longueurs de guide-rope posant à terre..... m.	50	100	150	200	250	280
Valeurs de y (en mètres à la seconde	1,37	1,93	2,37	2,74	3,05	3,29

Ces valeurs de y représentent la différence de vitesse de l'aérostat et du vent pour un poids donné de guide-rope posant à terre.

Si le guide-rope traversait un sol composé de graviers, les valeurs de y augmenteraient un peu (de 1/10 environ).

Pour un sol argileux humide et par suite glissant, les valeurs de y diminueraient d'environ 3/10.

On comprend qu'il soit impossible de calculer ce qui se passerait pour un sol vaseux ou couvert d'une haute végétation. Cependant nos expériences de navigation au guide-rope semblent montrer que, au moins dans ce dernier cas, les nouvelles valeurs de y ne dépasseraient pas le double des valeurs trouvées ci-dessus.

Le guide-rope auquel ces valeurs de y se rapportent est, nous l'avons dit, constitué d'un câble du type Excelsior pesant 4,5 kg. au mètre courant et ayant par suite un diamètre de 31 m/m.

Le câble Excelsior (*fig. 1*) est formé d'une âme, en chanvre ou en fils d'acier

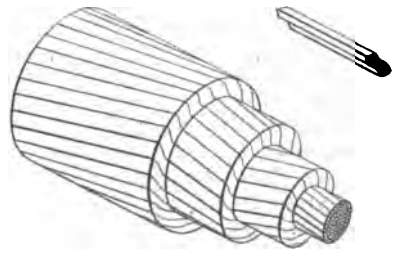


FIG. 1

Câble Excelsior. Vue perspective de l'ensemble et d'un fil séparé.

ronds, entourée de une ou plusieurs couches concentriques de fils d'acier, disposés en hélice, dont la section de forme particulière est à peu près rectangulaire. La juxtaposition des faces planes des différents fils constitue la surface extérieure du câble, lequel présente par suite une surface parfaitement lisse comme on peut s'en convaincre à l'examen de la figure 1. Ces câbles ont une grande souplesse, puisque le câble de 31 m/m de diamètre peut servir de câble de transmission sur des poulies d'un diamètre inférieur à 6 m.

Note D.

L'altitude H de l'aérostat guide-ropant est

$$H = h + h',$$

h étant l'altitude du point A, point le plus haut du guide-rope proprement dit, h' la hauteur au-dessus du point A du point d'attache B de la rallonge de guide-rope (*fig. 2*).

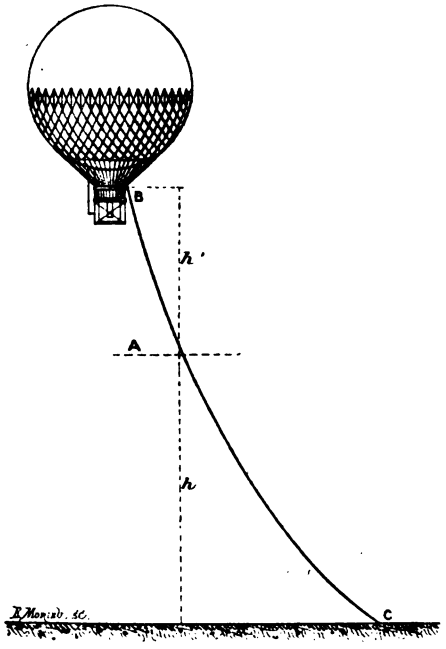


Fig. 2
Élévation de l'aérostat avec son guide-rope.

h et h' sont donnés par les formules[1].

$$h = -r + \sqrt{r^2 + s^2},$$

$$h' = -r' + \sqrt{r'^2 + s'^2};$$

1. Lieutenant Degoux, Équilibre des ballons captifs. (Revue de l'aéronautique, 1889).

avec

$$r\omega = r'\omega' = R = KD^2 y^2;$$

ω poids de l'unité de longueur du guide-rope proprement dit (4,5 kg.) ;
ω' poids de l'unité de longueur de la rallonge du guide-rope (2 kg.) :
K action du vent sur le ballon exprimée en kilogrammes ;

$$K = 0{,}0255.$$

$$D = 28 \text{ m.},$$

$$y = \frac{6{,}3\sqrt{fp}}{D};$$

s longueur AC de la portion du guide-rope proprement dit qui ne repose pas sur le sol ;
s' longueur AB de la rallonge de guide-rope.
Substituant, on obtient

$$H = -K^2 \left(\frac{1}{\omega} - \frac{1}{\omega'}\right) y^2 - \sqrt{\frac{K^2D^4}{\omega^2} y^4 + s^2} + \sqrt{\frac{K^2D^4}{\omega'^2} y^4 + s'^2}.$$

Le tableau suivant donne les valeurs de H calculées au moyen de cette formule en fonction des longueurs de guide-rope posant à terre.

Longueurs de guide-rope posant à terre. m	0	50	100	105	200	250	270
Altitudes ... m	310	239	176	116	62	17	8

Note E. — *Ballonnet à air.*

Le ballonnet à air est utile à deux points de vue principaux : il empêche le ballon de se déformer, puis il rend très faible l'altitude maxima d'équilibre de l'aérostat.

La déformation du ballon n'aurait pas grand inconvénient ; cependant le ballon conservant constamment la forme sphérique, l'étoffe fatiguera moins, les secousses provenant des changements de vitesse du vent seront plus faibles et les courants d'air ascendants auront moins de prise pour soulever l'aérostat. Ces avantages, bien que sérieux, ne sont cependant pas suffisants pour imposer l'adoption du ballonnet à air : mais nous allons établir par d'autres considérations qu'il est indispensable.

Si, pour une cause quelconque, le guide-rope quitte le sol, on sait que l'aérostat dépassera dans son ascension l'altitude à laquelle le gaz, en se dilatant, aura rempli toute la capacité du ballon. A partir de ce moment le gaz s'échappera par la manche d'appendice jusqu'à ce que la marche ascensionnelle du volume de gaz sorti soit égale à la force ascensionnelle en

excédent, soit 0,891 m³ par kilogramme. Le ballon redescendant ensuite sous l'influence d'une surcharge accidentelle, la pratique montre que l'aéronaute devra, pour régler la descente, jeter d'autant plus de lest que l'aérostat sera monté plus haut. Quand une nouvelle cause fera monter à nouveau l'aérostat, il dépassera l'altitude précédemment atteinte, de sorte qu'à la fin du voyage il atteindra son altitude la plus grande, qui, à la fin d'un voyage au long cours exécuté par le ballon de 14 m. de rayon, atteindrait 7000 à 8000 mètres.

Régler une descente d'une pareille altitude nécessiterait la dépense d'une quantité de lest considérable, bien supérieure au poids de l'enveloppe du ballonnet ; d'autre part, les aéronautes seraient exposés à ces altitudes, par suite de la dépression, à des malaises considérables, surtout à la fin d'un long voyage.

Le ballonnet à air ayant pour effet de maintenir le ballon constamment plein, si une cause quelconque augmentant sa force ascensionnelle fait perdre terre au guide-rope et que la manche du ballonnet soit fermée, le gaz sortira du ballon aussitôt que celui-ci commencera à monter, et par suite l'altitude atteinte sera très faible ; d'où dépense de lest presque nulle à la descente.

A la fin du voyage il en sera de même, et l'aérostat, s'il cessait de guide-roper, au lieu de s'élever à 7,500 m., ne monterait qu'à quelques centaines de mètres.

Pour supprimer le poids du diaphragme du ballonnet on pourrait songer à envoyer directement de l'air dans le ballon ; ceci aurait plusieurs inconvénients :

1° La majeure partie de cet air, restant sans se mélanger à la partie inférieure du ballon, sortirait la première en cas de dilatation du gaz ; l'altitude maxima d'équilibre serait par suite beaucoup plus grande qu'avec le ballonnet ;

2° On aurait dans le ballon un mélange détonant ;

3° L'aérostat rentrerait dans la catégorie des ballons à gaz lourds qui, comme on le sait, sont d'une conduite plus difficile que les ballons à gaz légers.

Par ces considérations, la présence d'un ballonnet à air est non seulement utile, mais indispensable pour exécuter un long voyage aérien.

Note F

L'aérostat ne pourra être rendu captif que par des vents d'une vitesse inférieure à 10 m. à la seconde; par cette vitesse et des vitesses supérieures, il serait beaucoup trop secoué et devrait fuir, comme le fait un navire à voiles rencontrant un vent par lequel il ne peut gouverner.

Le calcul de la hauteur de l'aérostat captif au-dessus du sol, calcul fait par l'application des formules citées à la note D et en tenant compte du délestage produit par la portion du guide-rope qui se dépose sur le sol au moment de l'arrêt, conduit à la règle pratique suivante :

Ne pas arrêter l'aérostat par des vents d'une vitesse supérieure à 10 m. par seconde et ne l'arrêter que quand la longueur du guide-rope posant à terre est comprise entre :

90 m. et 150 m. par des vents de 6 à 10 m. ;

90 m. et 200 m. par des vents de 3 à 6 m.

Employer pour attacher l'aérostat captif une corde en chanvre nº 2 de 200 m. de longueur. La corde nº 2 se rompant par un vent de 12 m., l'aérostat ne courra pas le danger d'être couché par une rafale subite.

Avec ces précautions, l'altitude de l'aérostat captif ne descendra pas au-dessous de 30 m. si aucune cause accidentelle ne vient diminuer sa force ascensionnelle, et tant que la vitesse du vent ne dépassera pas 10 m. à la seconde.

Note G.

Si, comme nous le supposons, le guide-rope a été choisi de façon que l'aérostat ne cesse pas de guide-roper quelles que soient les variations de force ascensionnelle dues à des influences extérieures, l'aéronaute n'aura pas à se préoccuper de l'action de ces influences sur le ballon, le guide-rope suffisant à leur faire équilibre.

Le ballon possédant un ballonnet, on pourra sans danger laisser sa manche liée tant qu'une portion de guide-rope repose sur le sol, à la condition de laisser ouverte celle du ballonnet; par suite, quand l'aérostat guide-ropant s'élève, il ne perd pas de gaz, son augmentation de volume ayant seulement pour effet de vider en partie ce dernier.

La seule cause de perte de gaz contre laquelle l'aéronaute aura à lutter est la perte due aux fuites à travers l'enveloppe.

Afin d'évaluer cette perte, pour le ballon de 14 m. de rayon, nous prenons comme terme de comparaison les fuites de gaz qui ont lieu à travers l'enveloppe du ballon anglais en baudruche octuple de 8 m. de diamètre.

Une expérience d'une durée de un mois a permis de constater qu'un pareil ballon avait perdu après ce temps environ 6 kg. de force ascensionnelle, ce qui équivaut par jour à une perte moyenne de 200 gr. environ.

Les pertes de gaz sont proportionnelles aux surfaces à travers lesquelles il s'écoule et à la différence des pressions des deux côtés de ces parois, les parois étant identiques. (Expériences de Poiseuille et Graham).

Les parois du ballon de 14 m. présentent sur celles du ballon anglais une légère supériorité au point de vue de l'étanchéité, la paroi de celui-ci étant formée de 8 épaisseurs de baudruche, tandis que celle du ballon de 14 m. comporte de plus un tissu de soie recouvert d'un enduit hydrofuge et en outre en partie verni.

En considérant ces deux parois comme identiques afin de pouvoir leur appliquer la loi de Poiseuille, nous trouverons pour ce dernier ballon un chiffre maximum des pertes dues aux fuites ; ce chiffre déduit des expériences rapportées précédemment est de 8,6 kg. par jour environ.

Il est par suite permis de considérer le ballon de 14 m. de rayon constitué ainsi qu'il a été dit comme présentant une étanchéité presque absolue.

Si l'aérostat en question ne cessait pas de guide-roper, il pourrait rester indéfiniment en l'air ; mais certaines causes (orages à éviter, escarpements à franchir, etc.) pourront le forcer à naviguer libre. La durée de son voyage, en supposant que ces diverses causes l'empêchent de guide-roper pendant une moyenne de 2 heures par jour, (ce chiffre est un grand maximum), sera par suite environ 12 fois plus grande que s'il n'usait pas de son guide-rope. Or, l'étude des voyages exécutés avec de gros ballons permet de conclure

que le ballon de 14 m. de rayon pourrait sans guide-roper rester en l'air de 4 à 5 jours, vu la proportion considérable de lest emportée et grâce à son ballonnet.

La navigation au guide-rope de cet aérostat pourrait donc être prolongée une cinquantaine de jours avant que tout son lest disponible soit complètement dépensé.

Note H

Soit OABCDEFG (*fig.* 3) la projection sur le sol de la marche de l'aérostat et OX la direction dans laquelle doit s'accomplir le voyage.

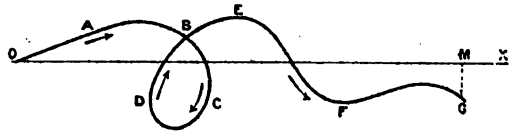


Fig. 3

Projection horizontale de la trajectoire du ballon.

Nous appellerons « distance utile franchie » la longueur OM de la projection sur la ligne OX du chemin parcouru par l'aérostat ; cette longueur étant comptée positivement de O vers X et négativement en sens contraire.

L'aérostat partant du point O et devant franchir la plus grande distance utile possible, la méthode de marche sera la suivante :

Marcher avec tous les vents qui donnent une augmentation de distance utile positive ; stopper par tous les vents devant procurer une distance utile négative.

Si nous supposons, par exemple, que la ligne OX soit dirigée suivant un parallèle et que X soit à l'est de O, l'aérostat marchera avec tous les vents venant de directions comprises dans la demi-rose N.-O.-S. et stoppera par tous les vents venant de directions comprises dans la demi-rose N.-E.-S.

On a vu que l'aérostat ne pouvait stopper que par les vents d'une vitesse inférieure à 10 m. par seconde ; donc toutes les fois qu'un vent venant d'une direction comprise dans la demi-rose N.-E.-S. soufflera avec une vitesse supérieure à 10 m., il sera nuisible, puisqu'il forcera l'aérostat à rétrograder ; tout autre vent sera utile ou indifférent.

La vitesse de l'aérostat est inférieure à la vitesse du vent d'une quantité

$$y = \frac{6{,}3\sqrt{fp}}{D}.$$

Si donc V est la vitesse du vent, l'aérostat marchera avec une vitesse

$$v = V - y$$

Soient T la durée du voyage ;

t la fraction de cette durée pendant laquelle souffle le vent le plus favorable, c'est-à-dire dans notre hypothèse le vent d'Ouest ;

t', t'', t'''..... les fractions de T pendant lesquelles soufflent des vents com-

pris dans la demi-rose favorable N.O.S. : vents faisant les angles φ', φ'', φ'''... avec la direction OX ;

V, V', V'', V'''..... les vitesses moyennes de ces vents.

Ils font progresser l'aérostat dans la direction X de longueurs utiles

$$vt\,;\ v'\,t'\cos\varphi'\,;\ v''\,t''\cos'\varphi''\ldots\ldots$$ [1]

Soient θ_1, θ_2 les fractions de T pendant lesquelles soufflent les vents indifférents du N. et du S. ;

θ, θ', θ''... les fractions de T pendant lesquelles soufflent les vents compris dans la demi-rose défavorable N. E. S., avec des vitesses inférieures à 10 m. par seconde.

Pendant ces fractions de temps l'aérostat ne progresse ni ne rétrograde.

Soient τ, τ', τ'',... les fractions de T pendant lesquelles soufflent les vents compris dans la demi-rose défavorable N.-E.-S. avec des vitesses W, W', W''... supérieures à 10 m., le vent de durée τ étant le vent d'Est et les vents de durées τ', τ''... faisant avec OX des angles ψ', ψ''...

Ces vents font rétrograder l'aérostat de longueurs nuisibles

$$(W-y)\tau,\ (W'-y)\tau'\cos\psi,\ (W''-y)\tau''\cos\psi''\ldots$$

On a par hypothèse

$$T=t+t'+t''+\ldots\theta_1+\theta_2+\theta+\theta'+\theta''+\ldots\tau+\tau'+\tau''+\ldots$$

et la distance utile, parcourue par l'aérostat à la fin du voyage, est donnée par la formule générale :

$$\Delta=\begin{bmatrix}(V-y)\,t+(V'-y)\,t'\cos\varphi'+\ldots\\(W-y)\tau-(W'-y)\tau\cos\varphi'-\ldots\end{bmatrix}$$

qui peut s'écrire :

$$\Delta=(V-y)\,t+\Sigma(V'-y)\,t'\cos\varphi'-(W-y)\tau-\Sigma(W'-y)\tau'\cos\psi'$$ [2].

Si l'on suppose que l'aérostat parcoure une région dont le régime des vents est uniforme, c'est-à-dire une région dans laquelle la probabilité d'un vent de direction et de vitesse données soit partout la même, cette formule donnera la distance utile parcourue par l'aérostat en fonction de la durée du voyage.

Par application de cette formule à une région fictive dont le régime des vents serait celui de Paris, au mois de juillet, on trouve, pour T = 30 jours (soit 720 heures), Δ = 6,120 km., ce qui correspond à une vitesse moyenne utile de l'aérostat de 2,4 m. environ à la seconde ; c'est la vitesse d'un cheval au trot.

1. v, v'... t, t'.... sont exprimés en la même unité de temps, par exemple l'heure.

2. Dans cette formule, si $y > V$, ou $y > V'$, ou $y > V''$..... le terme correspondant de la formule algébrique doit être considéré comme nul, le ballon ne pouvant dans ce cas démarrer son guide-rope.

M. Ludovic DRAPEYRON

Secrétaire général de la Société de Topographie de France
Directeur de la *Revue de Géographie*, à Paris

PROJET DE GÉOMÉTRIE GÉODÉSIQUE DE LA FRANCE ET DE L'ITALIE EN 1776, PAR CASSINI DE THURY [1]

— *Séance du 10 août* —

J'ai l'honneur de présenter à la section de géographie de l'Association française pour l'avancement des sciences le projet de jonction géodésique de la France et de l'Italie par Cassini de Thury, soumis à l'Impératrice-Reine Marie-Thérèse, en 1776. Nous devons la connaissance de ce projet et la communication de précieux documents originaux et inédits à M. le chevalier d'Arneth, directeur des Archives impériales et royales de Vienne.

Voici quel est l'ensemble de ces pièces :

1° Lettre de Cassini de Thury à l'Impératrice-Reine Marie-Thérèse, où il lui exposait sommairement son projet ;

2° Lettre du même au Prince chancelier de Kaunitz, contenant également un exposé très sommaire de ce dessein ;

3° Lettre de M. le comte de Vergennes au comte de Mercy d'Argenteau, l'un Ministre des Affaires étrangères de France, l'autre Ambassadeur de l'Impératrice-Reine ; elle est datée du 25 mars 1776 ; notre ministre y expose avec un peu plus de détail le but de Cassini de Thury ;

4° Lettre *en allemand*, 13 avril 1776, du comte de Mercy d'Argenteau, entièremeut autographe, au Prince chancelier de Kaunitz ; il lui expose la requête commune de Cassini de Thury et de M. de Vergennes ;

5° Réponse du Prince de Kaunitz, *en français*, où il donne à M. le

1. D'après les documents originaux et inédits des Archives de Vienne (Autriche), communiqués en 1897 par M. le chevalier d'Arneth, directeur de ces Archives.

comte de Mercy d'Argenteau sa pleine adhésion et offre à Cassini de Thury, au nom de l'Impératrice, toutes facilités ;

6° *Projet bien détaillé et très explicatif de Cassini de Thury.*

Il faut savoir qu'en 1775, J.-D. Cassini IV (le comte Cassini), fils de Cassini de Thury, né en 1748, mort en 1845, à 97 ans, alors âgé de 27 ans, membre, depuis cinq ans, de l'Académie des Sciences, où il était le collègue de son père, avait entrepris avec son oncle, Dominique-Joseph, marquis de Cassini, exempt des gardes du corps et maréchal de camp, un voyage en Italie, qui fut véritablement triomphal (mars-octobre). Il vit à Venise l'Empereur Joseph II, à Rome le pape Pie VI, qui lui firent un excellent accueil; alla à Naples et à Pompéi; et revint à Bologne, où il visita la fameuse méridienne de son arrière grand-père, qui fut appelé, on le sait, d'Italie en France par Louis XIV. Il finit sa tournée comme il l'avait commencée, par Sienne, d'où sa famille était originaire, et par Florence, où le grand duc Léopold (le futur Empereur Léopold II), lui donna une nouvelle audience, dans laquelle il lui parla avec éloge de la belle entreprise de la Carte de France, lui donnant à entendre qu'il serait bien aise de pouvoir s'en procurer une semblable de la Toscane. Cassini offrit au Prince de faire exécuter la Carte de ses Etats et des conférences s'engagèrent à cet effet et par ordre du souverain avec MM. Salviati et Sarruti, ses ministres.

On comprend combien ces nouvelles stimulèrent Cassini de Thury, resté en France. Il venait précisément de donner à nouveau la *relation de deux voyages en Allemagne,* comprenant les opérations relatives à la figure de la terre (1762, 1775, in-4°). L'accueil si flatteur fait au jeune et savant héritier de son nom par le grand duc de Toscane, fils cadet de l'Impératrice Marie-Thérèse, et la proposition qu'il lui avait faite, lui suggérèrent l'idée de l'adresser à l'Impératrice elle-même, qu'il avait vue quelques années auparavant à Vienne.

Voici quelques-uns des passages les plus caractéristiques de son projet.

« La description du parallèle de 45° est celle qui m'a paru la plus intéressante, parce qu'elle réunit différents objets importants pour la géographie : la prolongation de la ligne tangente à la parallèle traversera la Savoie et une grande partie de l'Italie; nous avons un grand nombre de cartes de ses différents états qui ont été levés pendant les guerres d'Italie, mais on ne pourra en faire un bon usage que lorsque la position des villes principales sera déterminée, de même que celles d'Allemagne, par une suite ininterrompue de triangles. Il suffira de jeter les yeux sur ma carte triangulaire pour voir que j'ai déjà mesuré

près de 3° de longitude depuis le méridien de Paris jusqu'à Grenoble, et que Ferrare, qui sera le terme oriental de 45°, n'est qu'à 4° 20′ de longitude, de sorte que j'ai mesuré le tiers de l'ouvrage. La ligne que j'ai décrite depuis Strasbourg jusqu'à Vienne, comprenant 8° 1/2 en longitude, celle de Grenoble à Ferrare ne sera que de 6°. Je présume qu'il faudra moins de temps pour l'Italie, qui est un pays plus découvert que l'Allemagne, et où la beauté des chemins permettra que l'on commence de bonne heure et que l'on finisse plus tard. J'ai parcouru en Allemagne autant d'Etats différents que j'en trouverai en Italie. Ne dois-je pas espérer les mêmes secours du roi de Sardaigne digne héritier des qualités éminentes de Chales-Emmanuel, dont la mémoire est immortelle, de l'Empereur et de l'Impératrice-Reine, qui possèdent la plus grande partie de l'Italie? Quelle satisfaction pour moi de joindre la méridienne de Paris à celle de Bologne tracée par mon aïeul et d'y arriver en tenant toujours le fil de mes triangles, de parcourir ces pays où mes ancêtres ont brillé depuis le XIIIe siècle et où mon fils doit poser les fondements d'un observatoire bâti par la magnificence du beau-frère de notre monarque? J'étais le seul des Cassini qui n'eût pas encore fait le voyage de l'Italie, tandis qu'il n'en est aucun qui ait voyagé autant que moi, mais les premières années de ma jeunesse ont été consacrées à cette carte qui comprend l'intérieur et les limites de la France, qui sera toujours le premier et peut-être le seul monument invariable de géographie qui doit servir d'exemple à tout ce que l'on entreprendra dans la suite dans le même genre. Je préparais des matériaux pour sortir de France et m'étendre dans les pays étrangers, en établissant de nouvelles suites de triangles sur les anciennes bases, qui terminent la partie orientale de la France; c'était le seul moyen de parvenir à une carte de l'Europe sur la même échelle. »

Pourquoi le projet de Cassini de Thury ne se réalisa-t-il pas?

D'abord le gouvernement de Léopold, grand-duc de Toscane, ne tint pas la promesse qu'il avait faite solennellement au jeune Cassini.

Ensuite, c'est Zannoni, qui en 1777, fut chargé par l'Impératrice des opérations au nord de l'Italie, à la suite de circonstances que nous n'avons pas encore élucidées. Or, on sait que Zannoni leva un peu plus tard le royaume de Naples lui-même, *suivant les principes de Cassini de Thury.*

M. le Dr LOIR
Directeur de l'Institut Pasteur, à Tunis

STATISTIQUE DE LA POPULATION DE TUNIS

[310 (61.1)]

— Séance du 9 août —

Quel est le chiffre de la population de Tunis ? Les nombres donnés varient beaucoup selon les auteurs ; 130,000, 150,000, 182,000, 200,000, tels sont les chiffres généralement indiqués.

Dans une série d'articles publiés sur la Tunisie par la Revue générale des sciences, en 1896, M. Turquan, Chef de Bureau de la statistique au Ministère du Commerce, donne pour chiffre de la population de Tnuis :

140,000 habitants	65,000	Musulmans
	40,000	Israélites
	12,000	Maltais
	12,000	Italiens
	11,000	Français

Nous-même, dans un travail sur l'hygiène publié dans un des volumes de la *Tunisie*, ouvrage édité par le gouvernement de la Régence au moment du congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences en 1896, avons donné les chiffres de : 100,000 Arabes, 30,000 Israélites, 30,000 Européens, soit 160,000 âmes ; mais ces chiffres, qui nous venaient d'une source officieuse, n'offrent aucune garantie d'authenticité.

Il est, en effet, impossible de savoir le nombre exact des habitants, le recensement de la population faisant défaut; on connaît, du reste, peu de choses sur la démographie de la ville.

La déclaration des naissances n'est pas obligatoire et ne se pratique que chez les Européens ; encore peuvent-ils faire leur déclaration au consulat de leur nationalité et même se soustraire impunément à cette formalité.

Quant à la population indigène, elle pousse à l'excès le respect de la vie privée et entend n'accepter aucun contrôle pour l'intérieur de la maison. – Dernièrement la municipalité a essayé de faire faire aux collecteurs d'impôts une espèce de recensement; les chiffres trouvés ont été 40,000 Musulmans et 17,500 Israélites; or ces chiffres sont certainement bien au-dessous de la vérité et ce résultat montre l'impossibilité où l'on est de se rendre compte, par les moyens ordinaires, des chiffres de la population indigène. — Nous avons pensé que ceux de la mortalité nous aideraient seuls à trouver une vérité approximative.

Dans la plupart des villes du monde, la mortalité est de 20 à 30 décès par an pour 1000 habitants, celle de Tunis doit donc être dans cette proportion ; du reste nous avons des documents au moins pour une partie de la population.

M. le docteur Bertholon, dans un travail publié par la revue Tunisienne, organe de l'Institut de Carthage, nous montre l'excellence du climat Tunisien et établit que la mortalité a été annuellement, depuis 1882, de 25 pour mille Français; ils n'ont donc pas payé de tribut au début de la colonisation, car cette mortalité est à peine supérieure à celle de Paris. — Retenons ce chiffre de 25 pour 1000 habitants qui représentaient la mortalité de la fraction française de la population de la Tunisie; il se rapproche d'ailleurs de celui que nous trouvons indiqué pour les populations qui vivent dans des régions géographiques voisines de la nôtre.

Le gouvernement Tunisien a fait procéder, en 1896, à un recensement des Français habitant la Tunisie.

M. Fallot, qui en a publié le résultat dans le bulletin de la direction de l'agriculture et du commerce, déclare 7912 Français à Tunis, sans compter les troupes de la division d'occupation ; il ajoute que quelques personnes ont refusé de fournir les renseignements qui leur étaient demandés; en effet, de l'aveu de tous, ce chiffre est certainement trop faible.

La mortalité des Français cette année-là a été, à Tunis, de 299, mais dans ce nombre sont compris les décès survenus dans la division d'occupation, non seulement sur les soldats casernés à Tunis, mais aussi dans d'autres garnisons qui viennent se faire traiter à l'hôpital militaire de cette ville.

Les troupes de l'artillerie, du génie, de l'État-Major, tout le régiment du 4e zouaves et du 4e chasseurs d'Afrique, environ 3500 hommes qui, joints aux 7912, font un total de 11,412 Français pour lesquels la mortalité inscrite au Consulat est de 299 décès, soit une proportion

de 25,32 décès pour 1000 personnes. Mais nous répétons que le chiffre de 7912 représentant les civils français de Tunis est évidemment très au-dessous de la vérité.

Les seuls chiffres officiels que l'on possède à la municipalité sont ceux de la mortalité ; en effet la déclaration des décès est obligatoire depuis le 1er avril 1885, époque à laquelle ont été réorganisées les municipalités. Ce service fonctionne d'une manière satisfaisante, parce qu'il faut déclarer le décès et produire un certificat médical constatant la mort et sa cause, pour obtenir un permis d'inhumation dans les cimetières municipaux.

Chaque matin on déclare à la municipalité de Tunis le chiffre des morts qui sont classés en trois grandes catégories : Musulmans, Israélites indigènes, Européens ; nous avons donc les chiffres d'une statistique officielle et bien faite.

Nous prenons une période de onze ans, de 1886 à 1897, de façon à faire disparaître les variations que les épidémies peuvent imprimer chaque année à la mortalité ; nous divisons par 11 pour avoir la moyenne de la mortalité annuelle ; enfin, en divisant ce chiffre par 25 (nombre indiqué par le docteur Bertholon comme étant la proportion de la mortalité pour 1,000 dans la fraction française de la population Tunisienne) et en multipliant par 1,000 nous obtenons les chiffres suivants :

109,640	Musulmans,
24,680	Israélites,
32,840	Européens,

Ces nombres ne sont cependant pas tout-à-fait exacts. Environ 3,000 Israélites sont naturalisés Italiens et comptés par conséquent parmi les Européens ; il en est de même de 350 Israélites naturalisés Français.

Quant aux protégés des nations Européennes, Israélites ou Musulmans, ils sont portés comme indigènes ; nous n'avons donc pas à nous en occuper.

Nous trouvons en faisant les corrections que nous venons d'indiquer :

109,640	Musulmans
28,030	Israélites
29,490	Européens

Mais autre cause d'erreur ; les Israélites vont en très grand nombre à la Marsa et à l'Ariana dès qu'ils sont malades ; c'est une cause de diminution de la mortalité dans cette catégorie d'habitants de Tunis ;

nous pouvons, heureusement, en avoir le chiffre approximatif, les familles revenant d'ordinaire faire enterrer les morts à Tunis et si nous ne les avons pas dans la statistique de la mortalité à la municipalité qui ne compte que les décès survenus à Tunis, nous trouvons le chiffre de ces inhumations au contrôle civil, la municipalité donnant le permis d'inhumer sur le vu d'un certificat délivré par le contrôle.

Nous trouvons de ce côté 22 à 25 décès par an; de la même façon nous voyons 25 Israélites inscrits à la municipalité de la Goulette et inhumés à Tunis, ce qui fait deux fois 1000 Israélites environ à ajouter à la population de Tunis; soit :

109,640	Musulmans
30,030	Israélites
29,490	Européens
169,160	au total

Dans tous ces calculs nous tenons compte des décès survenus pendant les épidémies parce que dans une période de onze années ils se trouvent compensés; cependant ces épidémies sévissent d'une façon si différente sur les diverses communautés de la population que, de ce fait, notre statistique est forcément faussée.

Tandis que la variole, en 1888 par exemple, occasionne 1,384 décès chez les Musulmans, elle ne fait que 101 victimes chez les Israélites, presque tous vaccinés.

Les maladies épidémiques sévissent surtout sur la population arabe et augmentent par conséquent la proportion de ses décès; nous avons pensé obtenir des chiffres plus voisins de la vérité en laissant, pour elle, de côté les maladies épidémiques et en établissant nos calculs sur ce qu'on a inscrit sous le nom de maladies non classées et dont le chiffre de la mortalité annuelle est à peu près constant. Par ces nouveaux calculs nous obtenons 97,520 Musulmans et, conservant les chiffres de 30,030 Israélites et de 29,490 Européens, nous nous arrêtons à ce total de 157,040 habitants qui nous semble devoir être le chiffre approximatif et minimum de la population de Tunis et qui se rapproche beaucoup de celui de 160,000 habitants que nous avions indiqué antérieurement, mais sans nous appuyer alors sur aucun document.

M. J. CURIE
Lieutenant-colonel du génie en retraite à Versailles

DÉPOUILLEMENT DU SCRUTIN D'ARRONDISSEMENT ORDINAIRE RÉALISANT LA REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE (324)

— Séance du 5 août —

Dans la solution que nous vous avons proposée pour l'application du principe de la représentation proportionnelle aux élections, nous avons attribué au travail préparatoire qui précède les opérations officielles une importance plus grande que celle qui lui est donnée dans la pratique actuelle.

C'est ce qui résulte de la disposition consistant à voter pour des listes toutes faites de noms classés par ordre de préférence et déposées à la Préfecture avant le scrutin, en sorte que, dans le vote, on ne peut rien changer à l'ordre de préférence des noms portés sur ces listes.

Mais, le scrutin étant uninominal, le vote pour la liste simple est acquis au 1er nom de la liste, ou au second, si le 1er nom ne peut profiter du vote, et ainsi de suite. Le votant peut aussi sur le bulletin portant le titre de la liste A, placer hors liste le nom qui lui plaira, de façon que la liste A ne profitera du vote que si le bulletin ne peut pas être compté au candidat hors liste.

Dans l'expérience par correspondance qui a été faite en 1897 et qui est exposée dans le compte rendu du congrès de Saint-Étienne, Pasteur, quoique placé le dernier sur la liste où il était porté, a été élu par des votes de préférence hors liste en nombre surabondant, ce qui prouve que les votes de préférence hors liste peuvent à eux seuls assurer le résultat de l'élection, et que le vote subsidiaire pour une liste ne doit avoir pour objet que de corriger soit la trop grande concentration des votes sur un nom, soit la trop grande dispersion des votes. Ces deux cas se sont produits dans l'expérience de 1897, et le procédé appliqué y a très bien remédié.

Il est à remarquer toutefois que les listes avaient en réalité été éta-

blies plutôt par ordre chronologique que par un ordre de préférence véritable.

De plus, le nombre des votes réunis a été bien faible en présence de l'importance des listes, puisqu'il a fallu réduire le chiffre d'élection à 25, et il est à croire que si 2000 ou 3000 votants avaient pris part à l'expérience, les votes hors liste auraient corrigé ce que le classement des noms sur les listes avait de défectueux. D'ailleurs, dans le travail préparatoire, tel qu'il se fait aujourd'hui, soit par le vote uninominal, soit par le scrutin de liste, on arrive toujours à former des listes où les noms sont classés par ordre de préférence, suivant les nombres de votes qu'ils ont obtenus. — Dans notre solution, nous ne faisons donc que compléter et perfectionner la formation de ces listes, en leur donnant, en outre, un caractère officiel par le dépôt à la Préfecture avant le scrutin.

Mais le mode de dépouillement que nous proposons, avec l'adoption d'un chiffre d'élection unique pour le pays, peut très bien être appliqué sans que rien soit changé au système de vote actuel, pourvu qu'il soit admis que les votes donnés à un candidat d'un parti et non utilisables pour lui, soient reportés sur un autre candidat du même parti et que le rattachement des partis entre eux puisse être fait comme dans notre système.

Ainsi, dans l'exemple que nous allons donner, il aurait été déclaré à l'avance que le parti républicain serait rattaché au parti radical; que le parti radical serait rattaché d'abord au parti républicain, puis au parti radical-socialiste, au parti socialiste sans épithète, et enfin au parti socialiste révolutionnaire, et que chacune des fractions du parti socialiste serait rattachée aux autres et en second lieu au parti radical.

Suivant qu'un bulletin porterait :

M. VALLÉ Parti radical	ou	M. VALLÉ

le vote pourrait, dans le 1er cas être reporté sur un autre nom du parti ou des partis rattachés, ou bien, dans le 2e cas ne pourrait compter qu'à M. Vallé seul, ce qui exposerait ce vote à être perdu.

Voici comment se ferait l'application de notre procédé ainsi modifié dans l'hypothèse où tous les électeurs consentiraient au report des voix sur d'autres noms du parti et au rattachement tel qu'il vient d'être indiqué.

Nous prenons par exemple les élections du 8 mai 1898 dans la

Marne, sans rechercher si les chiffres adoptés sont rigoureusement exacts.

		Républic.	Radicaux	Rad. Soc.	Socialist.	Social. rév.	
Châlons-s/Marne.	L. Bourgeois		7.756				(Elu)
	Giraut-Masson	5 590					
Epernay.	Vallé		12.014				(Elu)
	P. Coutant	5 890					
	R. Lamarre					2.622	
	Labbé	2.365					
Reims 1re cir.	Lannes de Montebello.		7.187				(Elu)
	P. Degouy		6.350				
Reims 2e cir.	Mirman				9.119		(Elu)
	Lambert	3.790					
Reims 3e cir.	Monfeuillart		5.555				(Elu au Bge)
	Ch. Lothelin	3.760					
Sainte-Menehould	Bertrand	3.794					(Elu)
Vitry-le-François.	Morillot	4.938					(Elu au Bge)
	Tantet			3.697			
	Perroche	5.673					
		35.800	38.862	3.697	9.119	2.622	
		38.862		15.438			
		15.438					
		90.100					

Nous déterminerons chiffre d'élection par le procédé de M. Hagenbach-Bischoff, qui pose $90{,}100 - 7q < q$

7 étant le nombre de députés à élire et q le *quotient absolu* qui sera notre chiffre d'élection.

Cette expression exprime simplement que la division du nombre 90,100 des votants par q doit donner pour quotient 7 et un reste plus petit que q.

On en tire $90{,}100 < (7+1)\,q = 8\,q$

d'où $q > \frac{1}{8}\,90{,}100 = 11{,}262{,}5$; on prendra $q = 11{,}263$.

Par ce calcul, on obtiendra dans l'exemple choisi un nombre d'élus égal à 7; mais nous le répétons, il vaut mieux avoir un chiffre d'élection unique fixé à l'avance pour toute la France et duquel résultera le nombre des élus.

Cela posé, en divisant les nombres de voix des divers partis, par ce chiffre d'élection 11.263, on trouve les résultats suivants :

			Elus		Restes
Républicains	35.800	= 11.263	× 3	+	2.011
Radicaux	38.862	= 11.263	× 3	+	5.073
Socialistes	15.438	= 11.263	× 1	+	4.175
Totaux	90.100	= 11.263	× 7	+	11.259

Le total des restes est bien, comme il doit l'être, inférieur au chiffre d'élection. C'est le nombre des voix perdues. Pour la désignation des élus et l'attribution à chacun du nombre de voix qui lui revient, on range par ordre décroissant les nombres de voix obtenues par les candidats d'un même parti, et l'on répartit les voix de ceux qui en ont obtenu le moins sur ceux qui en ont obtenu le plus, de manière à leur faire atteindre le chiffre d'élection.

Pour les candidats qui ont dépassé ce chiffre, l'excédant est reporté sur les candidats suivants.

Les tableaux ci-après donnent cette répartition : les renvois indiquent les numéros des candidats auxquels les voix sont comptées.

Républicains

Élus	1 Coutant	5.890 + 5.373 (11.263)	2.365 3.008	
	2 Perroche	5.673 + 5.590	752 3.790 1.048	
	3 Giraud-Masson	5.590 + 5.673	2.746 2.927	
	4 Morillot	4.938	2.011 voix perdues 2.927 (3)	
	5 Bertrand	3.794	2.746 (3) 1.048 (2)	
	6 Lambert	3.790	(2)	
	7 Lothelin	3.760	752 (2) 3.008 (1)	
	8 Labbé	2.365	(1)	
		35.800		

Les trois premiers candidats sont élus chacun avec 11.263 voix et il y a 2.011 voix perdues, comme on l'a vu ci-dessus.

De fait les républicains n'ont eu que deux élus, en mai 1898 :

M. Bertrand et M. Morillot, ce dernier au ballotage, tandis qu'ils auraient certainement eu droit à un élu de plus.

Radicaux

Élus	1 Vallé	12.014	11.263 Élu 751 (2)
	2 L. Bourgeois	7.756 + 3.507 (11.263)	751 2.756
	3 Lannes de Montebello	7.187 + 4.076	2.799 1.277
	4 Degouy	6.350	5.073 voix perdues 1.277 (3)
	5 Monfeuillart	5.555	2799 (3) 2756 (2)
		38.862	

Il y a trois élus dont l'un, M. Vallé a obtenu 751 voix en plus du chiffre d'élection, ces voix sont reportées sur M. L. Bourgeois.

Il y a 5.073 voix perdues.

De fait, MM. L. Bourgeois, Vallé et Lannes de Montebello ont été élus au 1er tour de scrutin et M. Monfeuillart au ballotage. en mai 1898.

Le parti n'aurait dû avoir que trois élus.

Socialistes

Élu. Socialiste.	1 Mirman	9.119 + 2.144 (11.263)		
Rad. soc.	2 Tantet	3.697		4.175 voix perdues
Soc. révol.	3 Lamarre	2.622	478 2.144 (1)	
		15.438		

De fait M. Mirman a été élu.

Comme on l'a vu, le nombre total de voix perdues est de 11.259 sur 90.100 votants. Ce nombre est inférieur au chiffre d'élection.

Dans l'élection telle qu'elle a eu lieu, les électeurs républicains ci-après, sont représentés par des élus des partis opposés. ce qui, manifestement, est contraire à toute justice:

Ceux qui ont voté pour :

MM. Giraut-Masson	5.590	
Coutant	5.890	
Labbé	2.365	
Lambert	3.790	
Lothelin	3.760	
Républicains	21.395	21.395

Report.....		22.395
Il en est de même des socialistes révolutionnaires qui ont voté pour :		
M. Lamarre.....	2.622.	
et des radicaux socialistes qui ont voté pour M. Tantet.....	3.697	
Socialistes.....	6.319	6.319
Total des électeurs représentés par des députés de partis opposés.....		27.714

On peut remarquer aussi que l'élection de M. Bertrand, sans opposition à Sainte-Menehould par 3.790 voix, semble accuser une inégalité marquée dans les nombres d'électeurs des diverses circonscriptions, à moins qu'un nombre considérable d'abstentions ait été motivé par l'absence d'opposition.

Du reste, cet inconvénient est inévitable avec le principe de l'élection d'un député par arrondissement, qui rend impossible une représentation à peu près proportionnelle.

La faculté de reporter des voix d'une circonscription dans une autre, faculté qui est un des principes de notre système, répartit aussi exactement que possible, les élus suivant les opinions en présence.

Si, comme nous le proposons, le report des voix ne pouvait se faire qu'à la condition que les bulletins de vote portent une mention de liste ou de parti, il faudrait tenir compte de cette distinction dans le dépouillement.

Supposons que les votes des socialistes aient été établis comme il suit :

	Votes pour le parti		Votes pour un nom seul			
Mirman..	9.000	+	119	+	2.144	2.000 144
			11.263			
Tantet...	3.000	2.856 144 (1)	697		2.856	
Lamarre.	2.000 (1)		622		1.319	4.175 voix perdues
	14.000		1.438			
	15.438					

Celles des voix aux noms de MM. Tantet et Lamarre qui peuvent être utilisées pour le parti, seraient seules employées à compléter le

chiffre d'élection pour M. Mirman. Les 4.175 voix perdues se composeraient de 2.856 susceptibles d'être utilisées par d'autres noms, et 1.319 voix ne pouvant être attribuées qu'au nom porté sur le bulletin de vote.

SCRUTIN DE LISTE.

Il est facile également de modifier le scrutin de liste par la distinction entre les votes susceptibles d'être reportés et ceux qui ne le sont pas, et d'opérer le dépouillement en tenant compte de cette distinction, de manière à réaliser la représentation proportionnelle en reportant les voix des candidats ayant obtenu le moins de voix, pour compléter le chiffre d'élection en faveur des noms du même parti qui en ont obtenu le plus. Nous ne donnerons pas d'exemple des opérations que ce dépouillement nécessite.

M. H. PENDRIÉ

Membre et Délégué de la " Société des Industriels et Commerçants de France " à Paris

ÉTUDE DE L'INFLUENCE DU MODE D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA MARINE MARCHANDE EN FRANCE [385]

— Séance du 11 août —

Le bon marché des transports, qui permet aux produits et marchandises diverses d'un pays d'arriver facilement dans les ports et, inversement, aux produits exotiques, débarqués dans ces mêmes ports, de gagner sans trop de frais les différents points de ce pays, est incontestablement une des conditions principales du développement de la marine marchande du pays ainsi desservi.

Avant l'établissement des chemins de fer, la France, admirablement favorisée par un régime de voies uavigables, fleuves, rivières et canaux, tel le canal de Riquet, avait vu sa marine marchande prospère et ses grands ports de Marseille, Bordeaux et Le Havre entre autres, se livrer à un trafic relativement important, dont les transports par eau à l'intérieur fournissaient une bonne part.

Vinrent les chemins de fer qui supplantèrent en partie les voies navigables et presque en totalité les routes de terre. Mais, tandis que ces antiques moyens de communication étaient ouverts à la libre circulation, à la concurrence de tous, les voies ferrées, par leur nature propre, n'autorisaient, sur la même ligne, sur le même chemin, que la circulation d'un unique exploitant.

Un correctif, il est vrai, pouvait être apporté à ce *non possumus* d'un nouveau genre, savoir : la création de lignes traversant des régions voisines tout en ayant les mêmes aboutissants : villes ou ports principaux, frontières diverses ; et la chose était possible en France tout aussi bien qu'en Angleterre où l'état de concurrence entre les différents réseaux a existé de tout temps.

Il y avait donc un intérêt de premier ordre à ce qu'il en fût ainsi chez nous, l'émulation, la concurrence étant avant tout, et surtout, les causes indispensables et inéluctables du progrès.

Malheureusement, lorsque la construction d'un nombre suffisant de lignes fit éprouver la nécessité de les grouper, de les coordonner, d'en faire des réseaux d'une certaine étendue et ayant des aboutissants importants, on imagina, pour des raisons que rien ne pourra jamais justifier, de donner à chacun de ces réseaux le monopole absolu d'exploitation sur toute une partie de territoire comprenant les lignes construites ou à construire et desservant ou pouvant desservir tous les ports ou centres importants de la région concédée.

Ainsi furent constitués, de 1852 à 1857, les six réseaux concédés aux grandes Compagnies.

Et qui pis est, non content d'accorder à ces Compagnies le privilège des transports sur leurs réseaux respectifs, on les gratifia, par l'article 48 du cahier des charges de 1857, du droit draconien de fixer elles-mêmes les prix de ces transports, en dessous, il est vrai, de tarifs maxima indiqués dans ledit article 48, mais de maxima tellement élevés qu'il n'y avait pas à songer que ces tarifs fussent maintenus longtemps sur les chemins de fer sous peine de voir les anciennes entreprises de roulage ou de navigation reprendre pied et faire aux exploitants des nouvelles routes, des voies ferrées, une concurrence non sans profit. Le fait, d'ailleurs, s'est produit maintes fois et sur un grand nombre de points du territoire ; aujourd'hui même, encore, on en peut citer des exemples, si étranges que cela paraisse[1].

1. Ainsi de Lyon partent encore tous les soirs pour Saint-Étienne et pour Grenoble, et vice versa, des fourgons attelés à l'ancienne mode des diligences et qui transportent des marchandises diverses, articles dits de messagerie principalement, à meilleur compte et plus rapidement, de domicile à domicile, que ne le fait la Compagnie exploitante du chemin de fer, la fameuse Cie PLM.

Évidemment, au début du développement des chemins de fer, en France comme en d'autres pays, il se produisit un tel élan de circulation, un tel accroissement d'affaires et d'échanges entre les diverses régions d'une même contrée, aussi bien que d'un pays à l'autre, que le trafic des ports en éprouva forcément une augmentation réelle. Les statistiques sont là pour indiquer que de 1850 ou 1855 jusqu'à 1865 ou 1870, le mouvement des ports, et celui des nôtres en particulier, bénéficia d'un développement considérable du tonnage antérieur.

Mais vint ensuite une période, au cours de laquelle d'autres pays que la France, ses voisins et concurrents les plus directs : l'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne, surent tirer de leurs chemins de fer des avantages, des ressources, dont l'organisation anti-économique des nôtres nous privait en grande partie. Par l'abaissement méthodique et rationnel des tarifs, par l'organisation de services beaucoup plus rapides, notamment pour les marchandises voyageant au prix de la petite vitesse, les compagnies exploitantes des divers pays cités, auxquels il faut ajouter la Suisse et l'Italie depuis l'ouverture du Saint-Gothard, attirèrent le trafic sur leurs lignes à destination des ports de ces pays, et c'est depuis lors que l'on vit Hambourg, Anvers et Gênes prendre l'extension que l'on sait.

Dans le même temps, au contraire, nos Compagnies, fortes de leur monopole et certaines, grâce à la garantie d'intérêt, de pouvoir toujours servir à leurs actionnaires et obligataires un revenu des plus rémunérateurs, s'endormaient dans une routine malencontreuse, maintenaient les hauts tarifs et continuaient à exécuter leurs transports avec une lenteur qui, dans la plupart des cas, font regretter les carrioles et les charrettes du bon vieux temps.

Ce malheureux état de chose a été et est toujours on ne peut plus préjudiciable au développement de la richesse nationale ; il est la cause de charges pour le budget de l'Etat dont on ne retrouve pas d'exemple dans les autres pays et il est en même temps une des causes principales de la décadence de notre marine marchande.

Aussi, dès la fin de l'Empire, des récriminations s'élevèrent-elles de toutes parts et, en particulier, de nos grands centres maritimes, contre un mode d'exploitation de nos chemins de fer qui nous plaçait dans un état d'infériorité flagrant à l'égard des pays voisins et compromettait gravement les intérêts de notre commerce, de notre industrie et aussi de notre agriculture, exportatrice pour des sommes considérables.

Et en 1875, un homme de haute valeur commerciale, M. Dietz-Monnin, membre de l'Assemblée Nationale, résumait dans un rapport

virulent contre le mode d'exploitation des grandes Compagnies, les plaintes venues de toutes parts à la Commission parlementaire d'enquête dont il était l'organe.

« Les tarifs de nos chemins de fer sont établis de la façon la plus fantaisiste, disait l'honorable rapporteur ; tantôt les compagnies abaissent les prix sur un parcours, lorsqu'elles craignent une concurrence par eau de ce côté, tantôt elles maintiennent des tarifs élevés sur les points où elles savent que leur monopole est inattaqué, ce qui est la généralité des cas ».

Et dans cet ordre d'idées, M. Dietz-Monnin citait ce passage des déclarations faites devant la Commission par les délégués de la *Société pour la défense des intérêts commerciaux du Havre :*

« Les tarifs sont toujours influencés par la concurrence que peuvent rencontrer les Compagnies sur certains points de leurs réseaux. Au risque de détruire d'un côté les avantages offerts d'un autre et de déplacer les intérêts, elles se préoccupent avant tout de maintenir leur monopole, et accordent, suivant les circonstances, des réductions de prix ou des facilités d'expédition, tantôt pour certaines marchandises, tantôt pour certaines directions.

« Ainsi du Havre à Saint-Malo, les cafés paient, d'après le tarif spécial n° 24 de l'Ouest, 4 c. 18 par tonne kilométrique, tandis que du Mans à Cherbourg ils sont taxés au tarif général et paient 10 centimes.

« De Rouen à Amiens, les cafés rentrent sous l'application du tarif général du Nord, et sont taxés à 13 c. 94 par tonne kilométrique.

« De Quimper à Bordeaux, les conserves alimentaires paient 33 fr. et de Bordeaux à Quimper, les vins sont taxés à 28 fr. 50 seulement ; soit : 4 c. 14 et 3 c. 57 respectivement par tonne kilométrique[1]. »

Ces derniers tarifs, à prix comparativement très réduits, surtout pour l'époque, avaient évidemment pour but de concurrencer le transport maritime tout indiqué entre Bordeaux et Quimper.

Par opposition, dit encore M. Dietz-Monnin, la Compagnie du Midi devenue maîtresse des canaux, ceux-là mêmes dont la reprise de concession a été enfin votée en 1897, la Compagnie du Midi s'empressa de relever les tarifs appliqués depuis longtemps sur le canal latéral à la Garonne et le canal du Midi proprement dit — de Castets à Toulouse et à Cette — tarifs qui s'élevaient avant leur concession à cette Compagnie, en 1852, à 10 fr. 72 par tonne pour les transports ordinaires et à 7 fr. 92 pour les marchandises transitant de la Méditerranée

1. La distance entre Bordeaux et Quimper, voie Orléans, par Tours et Nantes, est de 797 kilomètres.

à l'Océan ou inversement, et elle les porta d'emblée à 30 fr., tandis qu'elle faisait payer une taxe de 29 fr. 50, pour le même parcours, sur sa ligne ferrée de Cette à Bordeaux.

La suppression à peu près complète du transit entre l'Océan et la Méditerranée, au grand préjudice des ports de Cette et de Bordeaux, a été l'inévitable conséquence de l'application sur les canaux, de la taxe exhorbitante précitée.

Ailleurs, ce sont des tarifs d'exportation tout à l'avantage des ports étrangers, au détriment des ports français, et M. Dietz-Monnin, sur les indications de la *Société pour la défense des intérêts commerciaux du Havre*, en cite un certain nombre qu'il est d'autant plus à propos de reproduire que la plupart existent encore aujourd'hui.

C'est ainsi que les soieries payaient :

De Bâle à Hambourg, 871 kilom., en grande vitesse 21 fr. les 100 kilogrammes et en petite vitessse, 8 fr. 10 : et de Bâle au Havre, 756 kilom., en grande vitesse 32 fr. 78 et en petite vitesse, 11 fr. 63 les 100 kilogr. Soit : 24 c. 1 et 9 c. 3 par tonne kilométrique, de Bâle à Hambourg, suivant la vitesse, et de Bâle au Havre 43 c. 3 et 15 c. 4 respectivement, ou 60 à 80 °/₀ en plus par cette dernière voie que par celle de Hambourg.

Pour les fromages, dont la Suisse expédiait autrefois par le Havre des quantités importantes en Amérique, les tarifs plus réduits établis au profit du port de Brême ont fait perdre au port français la presque totalité de ce trafic. Et, en effet, tandis que de Bâle au Havre, pour une distance de 756 kilomètres, les Compagnies françaises exigeaient un prix de transport de 70 fr. par 1,000 kilogr., de Bâle à Brême, distance 829 kilomètres, ce prix était seulement de 41 fr. 80, soit encore une différence de 80 °/₀ environ.

Même situation pour les cotons d'Amérique à destination de Mulhouse et de Zurich dont M. Dietz-Monnin indique comme suit les divers prix de transport :

D'Amsterdam	à Mulhouse,	744	kilom.	49 f. 20
—	à Zurich,	880	—	58 55
Du Havre	à Mulhouse,	723	—	61 25
—	à Zurich,	859	—	71 60

C'est par suite de l'exagération de ces prix de transport que le port du Havre a vu cesser à peu près complètement, depuis 25 ans, les arrivages de coton d'Amérique à destination, non seulement de Zurich et de Mulhouse, mais, qui pis est, de ceux même destinés à la région d'Epinal et des Vosges.

Si maintenant, de l'époque déjà lointaine au cours de laquelle les Compagnies de chemins de fer français comprenaient si mal les intérêts de notre commerce maritime, intérêts cependant connexes aux leurs propres, si de cette époque on passe à la période actuelle, on a le regret de constater que ces mêmes Compagnies ont persisté dans leur même système suranné de tarifs élevés, qu'elles ont vu autour d'elles, c'est-à-dire dans les principaux pays qui nous entourent: la Belgique, l'Allemagne, la Suisse, l'Italie, des améliorations, des transformations profondes s'effectuer dans les prix de transport, tandis qu'elles en sont encore à croire que ces améliorations et ces transformations sont irréalisables en France.

Et de fait, ainsi que l'a indiqué l'auteur de la présente étude, dans sa déposition devant la sous-commission d'enquête sur la marine marchande (séance du 2 juillet 1897), nos grandes compagnies de chemins de fer appliquent aujourd'hui des tarifs toujours aussi élevés qu'il y a 25 ou 30 ans pour le transport des marchandises destinées à l'exportation par mer. Exemples :

De Reims à Marseille, distance 858 kilom., les tissus de laine paient 64 fr. les 1.000 kilogr. par expédition de 5 tonnes et 76 fr. par expédition d'une tonne, soit 7 c. 46 et 8 c. 85 par tonne kilométrique respectivement, tandis que de Reims à Anvers, distance 322 kilom., le prix ferme n'étant que de 23 fr., la tonne kilométrique est seulement de 7 c. 14. Et celle-ci serait moindre encore, si les compagnies françaises, pour le parcours qui leur correspond, appliquaient le même barême kilométrique que les chemins de fer belges.

On en jugera par la décomposition d'un tarif actuellement en vigueur entre Paris et Dunkerque, d'une part, et Paris-Anvers, de l'autre. Ce tarif, dit franco-belge, qui emprunte en France les lignes de la Compagnie du Nord, fait payer, pour les tissus, articles de Paris et autres classés en 1re série, 27 fr. de Paris à Dunkerque et 37 fr. 15 de Paris à Anvers dont 30 fr. prélevés par la Compagnie du Nord pour le parcours Paris-Feignies-frontière.

Les distances étant de 267 kilomètres, de Paris à Dunkerque, de 241 de Paris à Feignies et de 128 de Feignies à Anvers, le prix de la tonne kilométrique s'établit comme suit sur ces divers parcours :

De Paris à Dunkerque,	9 c. 36
De Paris à Feignies.	12 c. 40
De Feignies à Anvers,	5 c. 58

On peut voir par cette comparaison quels avantages savent accorder les Compagnies étrangères, les Chemins belges en l'espèce, pour atti-

rer le trafic sur les voies qui conduisent aux ports d'embarquement qu'elles desservent. Et sur tous les points, dans toutes les directions, qu'il s'agisse d'Anvers ou d'Amsterdam, de Brême, Hambourg ou Gênes, les conditions sont les mêmes ; toujours les prix de transport des Chemins de Fer étrangers sont établis sur des bases kilométriques de 30, 40, et même 50 ou 60 °/₀ quelquefois, au-dessous de celles appliquées par les Compagnies françaises. Tout le monde est à même de savoir que les lignes conduisant à travers l'Allemagne, la Belgique, la Suisse et l'Italie, aux ports de plus en plus florissants ci-dessus dénommés, transportent couramment des produits de toute sorte à 2 et 3 cent. par tonne et par kilomètre; tandis que sur les lignes françaises, ce prix varie, ainsi qu'on l'a vu, de 4 à 9 ou 10 cent.

Sur la ligne de Paris à Marseille, par exemple, la ligne de France sur laquelle les frais de traction sont peut-être le moins élevés de tous, en raison de son tracé admirable, le tarif d'exportation en vigueur accuse, pour les tissus et la quincaillerie, les prix ci-après :

	Par 5.000 kil.	Par 1.000 kil.	Prix correspondants de la tonne kilométrique	
Tissus,	52 fr.	60 fr.	5 c. 23	5 c. 95
Quincaillerie,	36 »	44 »	3 c. 81	4 c. 52

A ce taux, les marchandises qui prennent la direction du canal de Suez ont évidemment avantage à s'embarquer à Anvers, le supplément de fret à payer de ce port à la Méditerranée étant moindre que la différence existant entre les prix de transport par voie ferrée de Paris à Marseille et de Paris à Anvers.

De Paris à Bordeaux, les prix sont à peu près les mêmes, ainsi que l'indiquent les chiffres suivants qui s'appliquent aux tissus, articles de Paris, quincaillerie, produits céramiques, verrerie, etc. :

Prix fermes par 1.000 kil.	Fr. 35 »	28 »	22 »
Prix par tonne kilométr.	6 c. 05	4 c. 84	3 c. 80

De Paris au Havre, la Compagnie de l'Ouest qui a à lutter contre la concurrence des services fluviaux de la Seine, n'en applique pas moins des tarifs aussi élevés, savoir :

Pour les tissus, articles de Paris et autres classés en 1re série, 15 fr. par 1.000 k., soit 6 c. 63 par t. kil. Pour les produits céramiques, 10 fr. ou 4 c. 42 par. t. kil., et pour les produits métallurgiques, 8 fr. ou 3 c. 54 par t. kil.

Or, comme il a été dit précédemment, les chemins de fer belges, allemands, suisses et italiens appliquent tous depuis longtemps, pour

les transports à destination des ports d'embarquement, des tarifs allant de 2 à 4 ou 5 c. par tonne kilométrique, tandis que ceux de nos Compagnies atteignent le taux presque double de 4, 5, 6, 8 et même 10 c.

Et cependant les Compagnies françaises pourraient transporter aux mêmes conditions, si l'on s'en rapporte à leurs propres statistiques — voir à cet effet leurs comptes rendus aux actionnaires — car le prix de revient de la tonne transportée à un kilomètre, atteint à peine, au dire de ces statistiques, de 1 c. 3 à 1 c. 5 suivant les lignes, soit en moyenne de 2 fr. à 2 fr. 50 par train kilométrique, tous frais d'administration et de traction compris.

Et ce qui prouve, d'ailleurs, que nos Compagnies pourraient tout aussi bien faire du transport aux prix appliqués sur les chemins étrangers, c'est qu'en maintes circonstances, elles ont établi des tarifs à 2, 3 ou 4 c., lorsqu'il s'est agi pour elles, par exemple, de concurrencer et d'annihiler des entreprises de transport par eau, sur canaux ou rivières. C'est ainsi qu'en dernier lieu, la Compagnie du Midi a fait homologuer un tarif spécial destiné à compenser à son profit les effets de la reprise par l'Etat, aux termes de la loi du 27 novembre 1897, de la concession qui lui avait été faite en 1852 du canal latéral à la Garonne et du canal du Midi. Ce tarif, qui est applicable (article 9 de la convention) aux vins, céréales, farines, légumes secs, peaux de mouton et laine brute, sels, soufres, douelles et merrains, bois de construction, sucres, chaux et ciments, savons communs, pétroles, fourrages et pailles, établit un barême allant de 0,05 c. à 0,01 c., suivant les distances et pour expéditions de 5.000 kilogr., qui correspond à un prix ferme de 10 fr. 41 de Bordeaux à Cette, soit 2 c. 19 par tonne kilométrique. Ce tarif, ainsi qu'on le voit, est aussi réduit que ceux appliqués à destination des ports par les chemins de fer étrangers et dont il a été parlé plus haut, mais c'est un tarif exceptionnel.

Qu'on s'étonne donc, après cela, que le trafic de nos ports reste stationnaire, qu'il décroisse même, ainsi que le démontrent péremptoirement d'autres chiffres statistiques qu'il serait superflu de reproduire ici, pendant que celui des ports des pays voisins, nos concurrents directs sur le marché économique du monde, ne cesse de s'accroître.

Mais, dira-t-on, nos Compagnies de chemins de fer qui, dans l'ensemble, se voient dans l'obligation de recourir chaque année à la caisse de l'État pour parfaire les intérêts et dividendes qu'elles ont à payer à leurs obligataires, ne sauraient, sans risquer d'engager encore davantage la responsabilité du Trésor, diminuer leurs prix de transports.

Erreur, car en dehors d'une première raison relative aux prix de revient du transport, exposée ci-dessus, il y a lieu de tenir compte du taux exagéré du dividende servi aux actionnaires, taux qui a atteint en moyenne 11, 37 °/₀ pour les six grandes compagnies françaises, au cours de la période 1859-1882 et 10,38 °/₀ pendant la période 1884-1892, ainsi que l'on peut s'en assurer par l'examen des tableaux 1 et 2 insérés dans l'exposé des motifs de la proposition de rachat de l'Ouest et du Midi déposée par M. G. Guillemet et dix de ses collègues à la date du 19 novembre 1895 (document 1614 de la session extraordinaire de 1895 de la Chambre des Députés).

Et à ces deux principales considérations, il faut ajouter cette autre qui est de première importance également, savoir, que dans chaque exploitation de chemins de fer, il y a une somme de frais généraux qui reste à peu près la même, que le trafic augmente ou qu'il reste stationnaire; ainsi, l'intérêt du capital inverti dans l'établissement des lignes, les dépenses de l'administration centrale, voire même celles des gares, pour une partie tout au moins. Or les frais de traction et de matériel résultant d'une augmentation de trafic doivent représenter tout au plus 20, 25 ou 30 °/₀ des recettes qui en résultent, suivant les tarifs appliqués et les conditions spéciales du tracé des lignes.

Les compagnies ont donc, par suite, tout intérêt à favoriser l'accroissement du trafic, fût-il nécessaire pour cela de réduire les prix de transport, autant que ce prix reste plus élevé que le montant des dépenses occasionnées par le surplus du trafic réalisé. C'est ainsi que l'ont compris les exploitants des chemins de fer qui desservent les grands ports étrangers concurrents des nôtres, et l'on pourra voir dans le tableau ci-joint qui indique les « Résultats comparés des recettes de petite vitesse sur les six grands réseaux français et sur ceux de l'Allemagne, de la Belgique et du Royaume-Uni », dans quelle situation d'infériorité incroyable se sont placées nos Compagnies à l'égard des administratinns de chemins de fer des divers pays cités. C'est cette situation assurément qui a été en grande partie, dans ces dernières années, la cause du dépérissement de notre marine marchande, car on peut dire sans exagération que les six grandes Compagnies perdent chaque année 250 ou 300 millions de recettes petite vitesse par suite de leur mauvais système d'exploitation.

Les recettes de petite vitesse de nos grandes Compagnies restent, en effet, dans un état à peu près stationnaire depuis tantôt quinze ou seize ans, ainsi qu'on peut le voir dans le tableau visé. De 623 millions 9 en 1880, avec 20,197 kilomètres de lignes en exploitation, ces

recettes ne se sont élevées, en effet, qu'à 675 millions 8 en 1896 avec 32,580 kilomètres, soit une augmentation de 51 millions 9 seulement pour un accroissement de la longueur des lignes de 12,303 kilomètres, tandis que celles des chemins du Royaume-Uni gagnaient 260 millions pour un accroissement de lignes de 5,381 kilomètres, celles des chemins belges 42 millions 5 pour 532 kilomètres seulement de lignes nouvelles, et celles des chemins allemands, la somme énorme de 582 millions 26 pour 11,261 kilomètres en plus, soit des augmentations de recettes pour ces trois pays, de 29, 47 1/2 et plus de 81 °/₀ respectivement, contre 8 1/3 °/₀ en France, malgré un accroissement kilométrique beaucoup plus élevé.

Cet état stationnaire des recettes de nos chemins de fer est incontestablement la conséquence du mauvais système d'exploitation en usage, depuis l'origine, sur nos six grands réseaux, système qui a lui-même pour cause les vices économiques de leur organisation signalés au début de cette étude : le monopole absolu de l'exploitation sur le territoire concédé et le droit régalien, anti-économique au premier chef, accordé aux Compagnies de fixer à leur gré les prix du transport.

La richesse nationale tout entière et la marine marchande en particulier sont les victimes de ce régime absurde et il n'est que temps qu'il prenne fin ; la plus grande partie de la perte de trafic constatée étant certainement, en effet, au détriment de nos ports.

A ce point de vue, on ne saurait trop appeler l'attention du Congrès sur le projet de rachat des réseaux de l'Ouest et du Midi dont il est question plus haut et qui consiste à former un grand réseau national composé de ceux actuels de l'Ouest, de l'État et du Midi, réseau qui mettrait en relation directe nos grands ports de la Manche avec ceux du Sud-Ouest, et aussi de la Méditerranée, Cette et Marseille, sans préjudice du trafic de transit qu'il faciliterait entre l'Angleterre et l'Espagne.

Il est à désirer que l'honorable M. Guillemet, député de la Vendée, principal auteur de la proposition, la dépose à nouveau devant la Chambre actuelle et que bientôt le réseau projeté : *l'Ouest et Sud-État*, soit un fait accompli[1]. On pourra ainsi faire en France, l'expérience déjà faite depuis longtemps dans d'autres pays, d'une exploi-

1. Au moment où cette étude va être publiée, l'honorable M. Guillemet vient justement de déposer à nouveau, séance du 13 mars 1899, la même proposition de loi qu'il avait présentée en 1895, proposition qui, cette fois, a eu l'heur de réunir les signatures de 102 membres de la Chambre, ce qui semble indiquer un courant d'opinion très favorable à l'adoption du projet de formation du grand réseau national : *Ouest et Sud-État*.

TABLEAU STATISTIQUE

des Résultats comparés des Recettes de Petite Vitesse des six grands Réseaux français avec ceux de divers pays

PÉRIODE 1880-1896

ANNÉES	Six grands réseaux français			ROYAUME-UNI			BELGIQUE			ALLEMAGNE		
	Kilomètres exploités moyens	Recettes totales petite vitesse	Recette kilométrique P. V.	Kilomètres exploités moyens	Recettes totales petite vitesse	Recette kilométrique P. V.	Kilomètres exploités moyens	Recettes totales petite vitesse	Recette kilométrique P. V.	Kilomètres exploités moyens	Recettes totales petite vitesse	Recette kilométrique P. V.
1880	20 197	623.927.588	30 892	28.854	894.032.575	30.984	4.280	89.584.948	20.931	33.646	717.511.847	21.325
1884	26.375	631.185.845	23.934	30.352	941.764 800	31.028	4.572	92.654.979	20.265	36.347	828.153.262	22.784
1888	29.144	564.132.551	19.356	31.877	968.894.500	30.395	4.647	109.078.500	23.472	39.157	938.406.000	23.965
1891	30.442	660.704.640	21 704	32.487	1 080 767.985	33.266	4.719	113.170.151	23.981	41.677	1.129.254.477	26.544
1892	31.253	649.492.115	20 782	32.703	1.071.662.650	33.054	4.727	111.587.200	23.606	42.205	1.135.997.686	26.984
1894	32 145	651 292.389	20.261	33.641	1.084.476.950	32.236	4 770	121.000.300	25.351	43.202	1.206.177.380	27.919
1895	32.412	665.713.096	20.539	34.069	1.100 872.125	32.313	4.781	127.123.470	26.589	44.562	1.256 834.075	28 204
1896	32.580	675.827.768	20.744	34.235	1.154.383.375	33.717	4 812	132.148.555	27.462	44.907	1.299.770.471	28.943
% d'accroissement ou de diminution	+ 86 12	+ 8.31	— 32.85	+ 18.30	+ 29.12	+ 8.32	+ 12.42	+ 47.51	+ 31.20	+ 35.72	+ 81.19	+ 31.03

tation de chemins de fer à tarifs réduits et à transmission rapide des denrées et marchandises.

Ce jour-là, le régime dit des grandes Compagnies, intronisé en France par les contrats léonins de 1857, aura vécu, et il sera certainement remplacé par une organisation nouvelle adéquate aux nécessités économiques de notre époque.

Ce jour-là, une ère nouvelle de développement de la richesse générale s'ensuivra incontestablement, et la marine marchande en sera évidemment une des premières bénificiaires, les chemins de fer étant incontestablement un des moyens d'action les plus puissants qu'ait découverts la science moderne pour faciliter les échanges de peuple à peuple.

Aussi il appartient à une réunion de savants comme le Congrès auquel s'adresse ce modeste travail, d'apporter son appui, son concours à cette œuvre de rénovation.

M. Émile DELIVET
à Sainte-Adresse (Seine-Inférieure)

DU VÉRITABLE CARACTÈRE ET DE L'UTILITÉ RÉELLE DES PORTS FRANCS

— Séance du 11 aout —

Sans vouloir jeter une note trop attristée et décourageante dans une discussion telle que celle du sujet proposé à notre attention sous le titre donné à ce travail, et sans vouloir nous abandonner trop à l'« à quoi bon » que provoque toute disproportion très marquée entre la portée vraisemblable de l'effort et le but à atteindre, nous ne pouvons cependant faire autrement que d'aborder sans enthousiasme, et sans confiance vraie, l'étude proposée à ce congrès.

Il nous est pénible, en effet, de constater pour tout ce qui concerne nos ports, comme d'ailleurs en nombre de cas non moins importants pour l'essor national, l'influence funeste et fatale de nos préjugés égalitaires, l'effet des jalousies réciproques des intérêts particuliers ou

locaux, la préoccupation excessive, quelquefois même exclusive, des vues électorales, et l'oubli à peu près constant de cette discipline supérieure et nécessaire que devrait toujours nous imposer la considération de l'intérêt du pays.

En général, l'opinion si follement agitée, et si profondément émue, quand on lui soumet des questions, dont le « superficialisme » n'est égalé que par l'enflure tapageuse qu'on leur donne, manifeste une inertie et une inconscience profondes, même dans les milieux le plus directement exposés aux conséquences de nos fautes, pour les problèmes économiques, dont la solution ne peut être obtenue sérieusement qu'en se plaçant réellement au point de vue de l'intérêt général.

Rien n'est courant, dans un tel domaine, comme la superbe indifférence du grand public, la méconnaissance générale de notre vraie situation économique, et notre parfaite autant qu'imprudente outrecuidance nationale, et l'effet habituel de préoccupations comme celles auxquelles nous convie la question posée ne consiste guère, pour une bonne partie de la « spirituelle » population que nous composons, qu'en une impression d'étonnement pour l'inexplicable entêtement, ou l'incomparable naïveté, dont il faut être doué pour se livrer aux études que commandent de telles préoccupations.

Même, si nous ne craignions ainsi sinon de sortir du champ, au moins de quitter le niveau de la question présentée, nous pourrions nous étonner beaucoup de ce que nous en sommes encore à nous poser un problème que nos voisins, nos concurrents, ont, à notre grand dam, depuis longtemps résolu; et qu'ils solutionnent activement, ardemment, par des efforts puissants et ininterrompus, en ce qui concerne chez eux le perfectionnement, le parachèvement d'une œuvre chez nous encore problématique.

Ce n'est plus une question pour ainsi dire académique, mais bien, en vérité, une question vitale que celle de la franchise de nos grands ports, et ce n'est pas trop dire, car elle est vitale dans sa nature pour un pays qu'étouffe le régime protecteur, et vitale aussi dans son urgence quand on considère l'invraisemblable et coupable retard où nous nous complaisons par rapport à la concurrence internationale.

Il est d'ailleurs assez bizarre de prétendre vivre et lutter autrement que selon les conditions nécessaires de vie et de lutte; or, malgré tous les signes avertisseurs que nous prodiguent depuis longtemps les comparaisons statistiques internationales, malgré la décadence lamentable de notre marine marchande, malgré le peu de développement de notre trafic, malgré l'énorme avance que prennent sur nous les autres peuples, nos concurrents, et les grands ports rivaux, malgré l'évi-

dente efficacité de leurs procédés, par opposition aux nôtres, et malgré la nécessité urgente de modifier notre malheureuse et périlleuse orientation, en matière de travaux publics, d'outillage commercial, et d'orientation économique, nous en sommes encore à attendre nous ne savons quel miracle national, destiné dans nos vagues désirs, et dans nos confus espoirs, à nous redonner, sinon la prépondérance perdue, au moins une situation mieux en rapport avec notre passé, notre rôle national, l'importance de notre population, notre valeur sociale, et notre situation géographique.

Si l'on écarte, d'une part, les Etats-Unis — où cependant l'érection de New-York en port franc jouerait un rôle si important — et, d'autre part, la Russie, qui sont des pays énormes, et plutôt de véritables continents : des pays où des agglomérations considérables, et cependant très insuffisantes, établies sur des territoires immenses, peuvent se suffire, et développent à vouloir se suffire la mise en valeur de leurs richesses naturelles ; des pays pouvant sans danger, contrairement à nous, et même avec certains avantages, rêver et pratiquer une sorte d'indépendance économique, une manière d'isolement commercial, un protectionnisme outrancier enfin ; si l'on écarte, disons-nous, ces deux voisins — car aujourd'hui la planète n'est pas si vaste et nous sommes maintenant tous voisins — comme ne pouvant nous être comparés dans leur régime national, et dans leurs besoins économiques, l'on se trouve, au point de vue du mode des échanges, en face de deux catégories de nations occidentales assez bien tranchées : les peuples dits libre-échangistes, et les peuples protectionnistes.

En les rangeant dans l'ordre de leur activité extérieure, d'après le chiffre de la population et le total des importations et des exportations moyennes, de manière à dégager, par tête d'habitant, le réel effort et l'unité de comparaison pour chaque pays, les Pays-Bas, la Suisse, le Royaume-Uni et la Belgique forment le premier groupe. Ce sont les peuples essentiellement *transitaires*, vivant fondamentalement, pour ainsi dire, de commerce et de transports, nécessairement libre-échangistes, et se développant, pourrait-on prétendre, dans la mesure du développement de leurs communications extérieures.

Rangées également d'après la relation de leur population, comparée au trafic extérieur, l'Allemagne, la France, l'Autriche-Hongrie, l'Espagne et l'Italie présentent l'autre groupe, composé de peuples à situation compliquée, dont les intérêts « extérieurs », sans pouvoir être abandonnés, sont aussi maltraités que possible, bien que diversement, cela va sans dire, d'après la réaction exercée par les intérêts « intérieurs ».

Or, et c'est là un point encore méconnu, pour des pays de libre-échange, il est à peu près indifférent d'avoir ou de n'avoir pas de ports francs, puisque tout dans ces pays est calculé de manière à faciliter les transports et les communications, et que les barrières douanières y sont aussi basses que possible.

L'avance de ces pays, au point de vue du trafic international est donc toute naturelle, puisque toute amélioration quelconque au sein de leur population pousse directement à l'accroissement de leur puissance économique extérieure.

De tels peuples pourraient, sans négligence aucune, agiter pour rire, comme en Belgique, où l'on a pu se donner rendez-vous dans 25 ans pour la résoudre, la question de la franchise de tel ou tel de leurs ports ; attendu qu'en fait, et grâce au régime libre échangiste, tous leurs ports peuvent être à bon droit considérés comme des ports francs, surtout au point de vue du commerce et de l'industrie d'exportation. Et cependant l'Angleterre, qui ne taxe qu'un petit nombre de produits, a des quartiers francs dans ses principaux ports, outre que, pour ses vues coloniales, elle a fait de Gibraltar, Malte et Singapore des ports français.

Mais il n'en est pas de même pour les peuples dont la vie économique est plus compliquée, et où se jalousent et se combattent, sous les bannières du libre-échange et de la protection, les actifs et les plus rageurs intérêts privés ; et si un pouvoir central, réel, énergique, et bien conscient de sa mission « nationale », ne s'élève pas au-dessus de ces plus ou moins puissants intérêts privés, pour atteindre à la pleine conception du véritable intérêt général, il sera fort en peine de s'orienter car, cédant aux influences électorales et à l'action de la plus étroite, de la plus désordonnée, et de la plus instable « contemporanéité », il sera contraint — si même, spontanément, il n'en fait bon marché, — d'abandonner le souci des intérêts supérieurs et permanents de la nation et, consciemment ou non, il préparera par cette indifférence acceptée ou voulue pour les conditions nécessaires de la vraie « continuité », la déchéance des meilleures et des plus délicates forces du pays.

Telle est la situation pour les cinq grandes puissances continentales de l'Europe occidentale, formant le deuxième groupe des nations nommées plus haut, et nulle part nous ne la voyons autant négligée ou méconnue que chez nous, alors qu'elle y appelle, plus que partout ailleurs, une solution urgente et déjà bien tardive, spécialement en ce qui concerne les ports francs.

Cette situation, que nous méconnaissons encore, a été assez obser-

vée chez nos concurrents du Continent pour les pousser à y remédier plus ou moins heureusement, avec plus ou moins de méthode, d'esprit d'ensemble et d'esprit de suite. C'est ainsi que l'Italie et l'Autriche-Hongrie ont les « *depositi franchi* » de Gênes, Trieste et Fiume; l'Espagne, le port franc de Ceuta; l'Allemagne, les *Freie Hafen* de Hambourg et de Brême, et bientôt de Stettin et Königsberg, tandis que nous en sommes encore à discuter sur le plus ou moins de légitimité, ou d'absurdité, qu'il y a d'étendre aux villes le principe de l'égalité de tous devant la loi, et sur ce que la Révolution a bien ou mal fait de supprimer les privilèges de « franchise » que l'ancien régime avait consacrés, ou constitués, d'après des nécessités méconnues plus tard et dont on n'a cure aujourd'hui, grâce à nos féroces tendances égalitaires, à l'absolutisme intransigeant et songe-creux de nos « grands principes », à l'abus de la règlementation, à l'excessif esprit de corps de nos administrations, à la « coterie-ite » chronique qui nous ronge, grâce enfin à l'envieuse jalousie qui nous dévore et qui nous fait plus ennemis les uns des autres que de nos adversaires étrangers.

Veut-on, oui ou non, notre recul indéfini au point de vue de la concurrence internationale?

Si oui, c'est chose simple : il n'y a qu'à continuer comme jusqu'à présent; il n'y a qu'à..... regarder faire les autres, qui, s'ils font du protectionnisme, ont du moins la sagesse, d'ailleurs élémentaire, de n'en pas faire contre eux-mêmes, de ne pas ruiner de gaîté de cœur, comme nous, leurs forces d'expansion commerciale et industrielle, et qui comprennent qu'au milieu de l'élan général, stationner c'est reculer, c'est abandonner la lutte, c'est déchoir et purement abdiquer.

Si non, il faut enfin, sans attendre davantage, reconnaître que la question n'est plus entière, que nous ne sommes plus libres de discuter académiquement sur une mesure d'urgence absolue, que nos adversaires ont là une arme pour nous très dangereuse, et dont les effets sont trop visibles, et que c'est manquer aux obligations inéluctables de notre situation et de notre avenir que d'hésiter, non pas à créer partout des ports francs, et là où il n'y a pas lieu d'en créer — comme ç'a été le cas à Copenhague — mais bien à donner la franchise à nos grands ports, où par surcroît et de toute nécessité, à l'instar de nos concurrents, nous devons concentrer nos forces économiques de toute nature : tels Marseille et Le Havre, en première ligne, qu'il n'est pas possible de laisser plus longtemps dévorer par Gênes et Hambourg respectivement.

Notre situation est telle, par comparaison à celle que nos concurrents

étrangers doivent à leurs efforts incessants, qu'il y a un devoir strict et urgent, pour tous ceux qui ont conscience de cet état de choses, à réagir, avec toute l'énergie possible, contre le malheureux et complexe esprit qui nous paralyse.

On s'obstine déplorablement à chercher des vues locales, où seulement l'intérêt général du pays doit être considéré, et l'on ne veut pas comprendre encore que dans la menace d'un Sedan économique, qui nous a été si clairement faite, et dont la réalisation ardemment, habilement et puissamment poursuivie, s'affirme chaque jour avec une rapidité déconcertante — fruit d'une prévoyance avisée et savante et d'une organisation *ad hoc* — réside réellement pour nous une question de défense nationale et de salut public.

Or, précisément, ce qui constitue pour nous le caractère des ports francs, c'est la nécessité inéluctable, pour nous permettre de combattre, sinon avec avantage, au moins avec une inégalité moindre, et pour soutenir d'une manière encore efficace la concurrence internationale. c'est la nécessité, disons-nous, d'affranchir des conséquences meurtrières, directes ou indirectes, du régime protecteur nos transports, notre marine, notre construction navale, notre industrie et notre commerce d'exportation.

Et malgré les craintes puériles, ou intéressées, qu'ont pu faire naître les concentrations capitalistes que cet affranchissement met en perspective — concentrations qui sont la loi de notre époque, et qu'on ne peut sans suicide repousser — il n'y a pas de doute qu'on ne peut arbitrairement fixer les points du territoire où cet affranchissement devra s'effectuer; mais qu'au contraire, il faut sainement s'inspirer des forces naturelles, du propre mouvement des choses, et faire cette libération douaniere, indispensable, dans nos grands ports, dans nos grands marchés, là même où, spontanément, naturellement, se livrent les grandes luttes internationales dans le domaine commercial et industriel.

Dans son rapport de l'an dernier à la Chambre des Députés, sur le budget du Ministère du Commerce, M. Charles Roux reprenait à son compte la définition donnée par la Chambre de Commerce de Marseille en l'an XIII, et cette définition que voici paraît bien suffisante, au milieu des multiples énoncés concurrents, puisqu'elle marque clairement qu'un port franc doit constituer un territoire neutre commun, par fiction, à toutes les nations, affranchi de toutes entraves et obligations douanières :

« C'est un port, établi hors de la ligne des douanes, ouvert à tous les bâtiments de Commerce sans distinction, quels que soient leurs

pavillons et la nature de leur chargement. C'est un point commun où vient aboutir par une sorte de fiction le territoire prolongé de toutes les nations. Il reçoit et verse de l'un à l'autre toutes les productions respectives sans gênes et sans droits ».

Pour nous hâter dans notre étude, qui ne doit pas dépasser les limites de temps imposées à la tenue d'un Congrès, nous empruntons à M. Charles Roux quelques observations caractéristiques écartant toute inutile discussion.

Comme il le disait dans le rapport auquel nous avons fait allusion, « Il ne peut plus être question aujourd'hui d'étendre la franchise à la ville entière, à l'agglomération industrielle et commerciale qui entoure un port ».

.....

« Les ports francs, tels que nous les comprenons, ne peuvent porter atteinte à aucun intérêt existant; mais ils ouvriraient un champ nouveau à des industries qui ne sauraient se créer sous la législation actuelle et donneraient certainement beaucoup plus d'activité à notre commerce ».

Parlant de la manière dont la franchise est entendue à Hambourg, M. Charles Roux disait :

« Les navires dans l'enceinte du port libre, se livrent à leurs mouvements et à la manutention de leurs marchandises sans aucune espèce de contrôle. Tout produit ne peut naturellement quitter le port libre et pénétrer sur le sol allemand sans acquitter les droits prescrits par les tarifs douaniers, ce qui n'empêche pas, bien entendu, les entrepôts de douane et l'admission temporaire de fonctionner dans l'intérieur de la ville, en dehors du port franc, sur les bases les plus étendues ».

Et encore, faisant allusion au régime du *deposito franco* de Gênes, il écrivait :

« C'est une enceinte dépendant de la Chambre de Commerce et renfermant des magasins qu'on loue aux négociants. La douane n'y pénètre pas, et les négociants peuvent manipuler comme ils l'entendent les marchandises introduites ; ils se bornent à déposer un manifeste à la douane qui, naturellement, tient compte des entrées et des sorties. »

Enfin, que peut-on dire de plus précis, de plus clair, de plus évident et de plus modéré que ce qu'avance M. Charles Roux à propos du caractère de la franchise :

« ... un grand port accolé à un grand pays, s'il ne peut se résoudre à abandonner le marché national ou simplement à le déserter en

partie, doit s'efforcer avant tout d'étendre ses débouchés au dehors. Alors la conception du port franc se limite, mais devient d'une réalisation plus facile.

La franchise ne vivant désormais que des marchandises destinées à la réexportation, l'entrepôt ne devrait plus être pour la douane qu'un ensemble de magasins où tout pourrait entrer librement, où tout pourrait être manipulé librement, d'où tout pourrait sortir librement pour l'échange, et où le rôle du service se bornerait à s'assurer de cette réexportation. Ce serait *l'exterritorialité absolue.* »

C'est à cette conclusion qu'est arrivé M. Charles Roux, préoccupé des difficultés devant résulter de la multiplicité et de la complication de nos tarifs de douane, et ainsi il a pu dire dans son même rapport :

« Un port franc, avec un tarif compliqué, comme l'est le nôtre, est bien loin de restreindre les formalités auxquelles est soumis le commerce, du chef de la douane. On pourrait même affirmer qu'il les multiplie en rendant chacune d'elles plus délicate. »

Une telle observation est on ne peut plus propre à faire ressortir la gravité des entraves et des difficultés douanières infligées à notre Commerce ; mais, à l'égard de la question des ports francs, cette manière de voir, provoquée par la considération de la complication de nos tarifs, est tout de même un peu bien restreinte, un peu trop timide, semble-t-il, car, enfin, on a pu faire observer que l'Administration allemande manie, elle aussi, des tarifs compliqués, et n'est pas précisément animée d'un esprit plus libéral que la nôtre, et que cependant la « franchise » là-bas est entière, laisse tout faire, et n'impose, à l'entrée du navire — comme à Gênes d'ailleurs — que le dépôt du manifeste au Bureau de Statistique, et, à la sortie du port franc, en principe, un certificat d'origine des marchandises, mais en réalité, et généralement, soit le connaissement, soit un certificat du Bureau de Statistique découlant simplement des déclarations du manifeste.

Il est donc bien évident que, dans la solution de la question que nous examinons, si loin qu'on aille chez nous au point de vue du libéralisme administratif, on n'a pas à redouter de sortir du caractère rationnel « de la franchise », puisqu'en théorie, la franchise, suivant l'heureux mot de M. Charles Roux, constitue *l'exterritorialité absolue*, et qu'en pratique notre Douane française ne dépassera très vraisemblablement jamais le libéralisme dont fait montre chaque jour la Douane allemande, appuyée d'ailleurs, en cas de fraude constatée, sur une sévère mais juste répression. Ce n'est pas la confiance qu'elle ferait au commerce qui empêcherait la Douane française — on peut le

croire — de constater et réprimer les fraudes — au contraire, sommes-nous tenté d'ajouter !

Il ne faut pas faire retomber sur l'examen de la question de la franchise de nos grands ports l'impression que peut causer la lecture des motifs « locaux », en divers cas plus ou moins naïvement exposés.

Quelque intéressants que puissent être les motifs invoqués par les vues locales — motifs non toujours dans la ligne du but poursuivi — il ne faut que s'en servir occasionnellement, pour mieux voir le détail de la question, sans même les développer, et non plus les combattre, car nous n'en sommes plus à le pouvoir faire raisonnablement, vu l'urgence d'aboutir.

D'une manière générale et résumée, l'utilité pour nous de donner la franchise à nos grands ports, tout au moins pour une partie de leurs bassins, quais et dépendances, résulte assez clairement de la nécessité où nous sommes, sinon de reprendre notre ancienne place dans le mouvement commercial du monde, du moins de défendre et raffermir notre situation, et d'enrayer notre lamentable chute.

Il n'y a pas, en effet, à se faire d'illusion. Nous avons une charge nationale de dettes et d'impôts extrêmement lourde, bien plus lourde que celle qui pèse sur nos concurrents ; or, avec une aide incomparablement moindre que celle dont les gratifient en mille manières, la nature et leur régime légal, fiscal et autre, nous ne pouvons avoir la prétention de lutter avec succès, ou seulement de résister à l'écrasement sur le marché international ; et c'est ce que les faits groupés en nos statistiques font assez clairement ressortir.

Nous en sommes malheureusement arrivés à ce point qu'il y aurait pour nous comme un suicide à ne pas réagir énergiquement, par tous les moyens appropriés, contre la déchéance que subit notre expansion commerciale ; et parmi ces moyens, nous devons compter d'abord l'institution de la franchise dans nos grand ports, dans ceux de nos grands ports, où il convient que nous nous hâtions d'étendre ainsi les facilités d'entrepôt, et la puissance du marché, donnant par ce moyen à notre outillage commercial ce complément devenu indispensable, et dont nous aurions dû être pourvus depuis longtemps, c'est-à-dire depuis que le régime protecteur a atteint une limite menaçant notre expansion commerciale.

Sans reprendre ici l'examen, tant de fois fait, des chiffres que tout le monde a en tête, et dont l'étalage, partout et indéfiniment autant qu'inutilement répété devient presque puéril sans cesser d'être fastidieux ; sans faire autrement allusion au détail des causes, cent fois signalées, qui poussent à notre déchéance économique ; sans insister

davantage sur notre évincement rapide du marché planétaire, et sur le développement extraordinaire que prend au contraire l'expansion commerciale de nos voisins, il suffit trop visiblement de rappeler simplement qu'eu égard à la concurrence économique et politique, à l'étendue territoriale, à la situation géographique, à l'attache continentale, au régime social, à l'influence terrestre, et à l'ensemble des conditions nationales; eu égard, enfin, à l'avance particulière et formidable qu'elle a su prendre dans tout le mouvement économique, soit intérieur, soit extérieur, l'Allemagne est manifestement la nation à laquelle, soit dans l'ensemble, soit dans les parties correspondantes, nous devons forcément, et plus qu'à toute autre, nous comparer.

Il faut savoir et vouloir en prendre notre parti, regarder bien en face, et brutalement, les exigences résultant de cette comparaison, et sans nous croire individuellement de moindre valeur que nos concurrents, nous devons confesser, pour en tirer des résolutions appropriées, que nous avons été, que nous sommes encore, au point de vue national, et dans l'ordre de notre expansion commerciale, nos plus acharnés ennemis.

Vouloir soutenir une rivalité en se refusant les moyens absolument indispensables à cette entreprise est au-dessous de toute discussion; or, la question est maintenant celle-ci qu'il y a un marché international de transit et un marché international d'exportation, outre que nous devons savoir défendre notre propre marché national, en n'imposant pas à notre commerce, dans nos entrepôts, des formalités et des charges fiscales, qui aggravent encore le poids déjà trop lourd de nos droits de douane, formalités et charges dont sont affranchis nos concurrents, par leurs manipulations à l'étranger, sous l'empire d'un régime plus libéral que le nôtre.

A l'égard du marché international de transit, comme en ce qui concerne le marché d'exportation, il faut, à l'instar de nos concurrents, et de nécessité absolue et urgente:

1° Concentrer sur les points favorables de la frontière de mer nos forces de transports et communications, tant terrestres et fluviales que maritimes, combiner des avantages de tarifs, et toutes les facilités que l'expérience et une prévoyance raisonnée peuvent inspirer;

2° Instituer la franchise dans ces points et la caractériser par la suppression de toute formalité de Douane dans toute la zone franche;

3° Faire tout le possible pour provoquer la création, sur ces points, des fabriques, usines et chantiers travaillant spécialement pour l'exportation, et manipulant, transformant, sans aucune entrave ou for-

malité douanière, toutes les matières et denrées sur lesquelles peut s'exercer l'industrie humaine.

C'est là aujourd'hui pour notre pays — qu'on ne s'y trompe pas — le minimum nécessaire d'un programme rationnel d'expansion commerciale ; et si l'on veut encore faire argutie, chercher des raisons de ne pas agir dans le souci de faire passer nous ne savons quel niveau égalitaire sur nos divers ports. qu'on se dise bien que le succès éclatant de nos voisins, motivé par une conduite toute différente, trouve son explication dans ceci notamment que les ports francs de Hambourg et de Brême, si extraordinairement grandis déjà et en progrès incessant, ont absorbé à eux seuls plus de la moitié de ce qu'ont coûté ensemble tous les ports allemands, et qu'il n'est pas de moyens tirés de l'emploi des chemins de fer, des canaux, des facilités administratives, des encouragements à l'initiative privée et enfin du crédit, que la sagesse et l'activité allemandes n'aient su utiliser pour faire de ces ports, et du premier surtout, de merveilleux instruments de prospérité nationale, d'expansion commerciale, et d'influence planétaire. Si dure qu'elle soit, la vérité est toujours notre meilleur guide.

M. L.-L. VAUTHIER

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Paris

APPRENTISSAGE OU GYMNASTIQUE INTELLECTUELLE ?

— Séance du 8 août —

Les programmes et méthodes de l'enseignement public sont à cette heure l'objet de vives discussions.

Ces préoccupations se conçoivent.

La période historique que nous traversons ne comporte peut-être pas d'aussi brusques changements que l'espèrent ou le craignent certains esprits. Toutefois on ne peut méconnaître qu'à une foule d'égards nous sommes à un grand tournant de la route. Il y a comme un remaniement complet de la surface de la planète. Un continent aux mystérieuses profondeurs est envahi de toutes parts par les nations civili-

sées Dans un autre continent, un immense empire, le plus peuplé du globe, immobilisé depuis des siècles, est l'objet d'ardentes convoitises qui l'obligent à se transformer s'il ne veut périr. Les moyens de communication de toutes natures ont pris, dans la dernière moitié du siècle qui finit, des développements que l'imagination la plus hardie n'aurait osé concevoir. Les races sont en travail ; les peuples se confondent ; les langues se mêlent. Les entreprises industrielles, commerciales et colonisatrices ont reçu des circonstances des proportions grandioses et des aspects nouveaux.

Est-il surprenant, en face de ce mouvement profond de rénovation, que, dans un pays centralisé comme le nôtre, l'institution publique qui joue un rôle si important dans la préparation à la vie des générations nouvelles se trouve soumise à d'ardentes controverses ? C'est le contraire qui exciterait à bon droit l'étonnement.

Déjà deux fois en 1891 et 1892, devant l'*Association française*[1], l'auteur de cette communication a présenté des observations sur le grave sujet dont il s'agit. Il croit y devoir revenir aujourd'hui pour appeler l'attention sur une distinction essentielle, qui, à sa connaissance, n'a pas jusqu'à ce jour été faite, et en l'absence de laquelle le débat engagé manque de clarté.

* * *

Tout enseignement peut se proposer deux buts immédiats, qui semblent, de prime-abord, complètement distincts. Ce sera, d'une part, un simple apprentissage préparant directement à une fonction déterminée ; ce sera, de l'autre, une culture générale des facultés intellectuelles, considérée indépendamment des applications pratiques que cette culture peut faciliter. Mais, quoi qu'on fît pour l'empêcher, à supposer qu'on le voulut, les deux notions, distinctes en apparence, se pénètrent de la façon la plus intime et ne vont pas l'une sans l'autre. Il n'y a pas d'apprentissage qui ne développe dans une certaine mesure les facultés mentales, pas de saine culture intellectuelle, si abstraite soit elle, qui n'augmente la force avec laquelle l'esprit peut s'adapter aux réalisations pratiques. Il n'est donc possible de disserter avec fruit des choses scolaires, en prenant ce mot dans son sens le plus large, sans avoir les deux notions présentes à la pensée.

1. 1891. Congrès de Marseille. — *Du rôle de l'étude des langues anciennes dans l'enseignement secondaire.*

1892. Congrès de Pau. — *Que doit être le programme de l'enseignement public en démocratie ?*

Elles ont leur place et jouent un rôle à tous les degrés de l'enseignement. Si l'on oublie l'une d'elles, on s'égare. En les confondant, tout reste obscur. En les distinguant, au contraire, tout devient clair.

∴

L'Université française ne distribue pas l'enseignement professionnel proprement dit. Quoique certaines grandes écoles d'application pratique y restent rattachées en vertu de traditions séculaires, elle ne forme ni des ingénieurs, ni des commerçants, encore moins des maçons ou des menuisiers. La mission qui lui est dévolue a un caractère plus général. Cette mission a surtout pour objet la culture intellectuelle, le développement gradué des facultés cérébrales.

Toutefois, bien que nul apprentissage déterminé, nulle spécialisation professionnelle immédiate ne soit de son ressort, l'Université ne prétend pas néanmoins écarter tout élément pratique de ses programmes. Elle tend même, depuis quelques années, à faire à ces éléments une plus large place. Ce qu'on lui reproche, c'est que cette part soit encore trop exiguë. Ce qu'on voudrait, c'est que les éléments dont il s'agit régnassent seuls, et que ce qui est culture intellectuelle fut abandonné ou du moins, très étroitement subordonné. Tout à l'enseignement pratique qui forme des hommes utiles ; rien à l'abusive culture intellectuelle qui façonne des *déracinés*. Tel est, avec quelque exagération voulue dans l'expression, le cri du jour, sur toute la ligne.

Cette pression outrancière est-elle conforme à l'intérêt national? Dans quelle mesure convient-il d'y prêter attention, et quels changements implique-t-elle, soit dans les programmes, soit dans les méthodes de l'enseignement public?

Ce sont là autant de questions qu'il semble utile d'examiner.

∴

Nous avons dit ailleurs comment, en mode abstrait, se pouvait concevoir l'organisation de l'enseignement public en démocratie.

S'il est exact que le capital intellectuel d'une nation constitue sa plus précieuse richesse, rien ne devrait être négligé, dans un pays libre, pour porter ce capital à son maximum de puissance. L'anthropologie nous assure que les cerveaux naissent catégorisés, et que, si la culture peut perfectionner chacun dans son espèce, cette espèce elle-même demeure immuable. La compétence nous manque pour contrôler cette assertion. Fût-elle irrécusable, il n'existe nul rapport, ou du moins que des rapports éloignés, entre les dispositions cra-

niennes natives et les couches sociales où prennent naissance ceux qu'elles différencient. En un mot, pour préciser la pensée, les enfants de parents besogneux ou peu fortunés ne sont pas, en venant au monde, frappés d'une tare originelle qui leur interdit de s'élever au-dessus de l'enseignement primaire, pas plus que les fils de la bourgeoisie aisée n'apportent en naissant les aptitudes propres à recevoir l'enseignement secondaire, puis le supérieur.

Il peut y avoir une foule de motifs contingents pour que les premiers ne dépassent pas le degré élémentaire, et nous ne prétendons pas, à propos d'une conception théorique, réformer la société de fond en comble. Mais ce qui n'est pas contestable, c'est que le classement des intelligences au point de vue de la culture plus ou moins intensive qu'elles reçoivent dépend de circonstances sociales qui n'ont rien de naturel ; qu'une immense quantité de forces intellectuelles disponibles sont perdues ou insuffisamment utilisées, et qu'inversement, dans le reste, il est beaucoup d'intelligences qui ne produisent de fruits, souvent avortés, que grâce à un excessif traitement de serre chaude.

Pour que fût réalisée, en vue de l'utilité commune, abstraction faite des différences tenant à la situation des parents, la désirable égalité de tous au point de départ, l'ensemble de l'enseignement public d'un pays démocratique devrait se concevoir comme une échelle ascendante unique, accessible à tous, partant des connaissances les plus élémentaires pour s'élever aux plus transcendantes. Parfaitement continue dans sa gradation, cette échelle serait coupée de paliers de repos auxquels ceux qui la gravissent pourraient être, soit par infériorité cérébrale, soit par impuissance de volonté, amenés à s'arrêter successivement pour aborder, les uns, immédiatement, la vie pratique, d'autres, latéralement, des études spéciales complémentaires les y préparant. Quant aux plus heureusement doués voulant continuer l'ascension, cette ascension serait facilitée par une gratuité absolue à tous ceux que des épreuves montreraient aptes à concourir avec profit à des études plus élevées.

D'une telle conception à sa réalisation possible la distance est énorme. Les ressources pour y pourvoir manqueraient à nos budgets anémiés. Néanmoins ce qui est rationnel n'est jamais indigne d'appeler l'attention ; et il serait fâcheux, tant qu'on ne se sera pas rapproché de cet idéal, que les revendications latentes ou violentes d'une abusive égalité empêchassent de se réaliser un classement méthodique, plus nécessaire dans une société démocratique que dans toute autre.

Ajoutons que, dans cette conception, l'enseignement public ouvert à tous aurait surtout pour norme le développement intellectuel pris

en son sens le plus étendu ; et c'est aux enseignements spéciaux, se détachant, comme des branches sortent du tronc, des paliers de repos successifs de l'échelle générale, que serait dévolu le soin de préparer par des études plus concrètes aux applications pratiques.

∴

Sans insister davantage sur ce qui précède, demandons-nous, à la lumière qui se dégage de la distinction essentielle que nous avons présentée, d'après quels plans et sur quelles données sont organisés aujourd'hui les divers degrés d'enseignement.

Des deux buts que celui-ci peut viser : l'apprentissage ou la culture intellectuelle, c'est certainement sur le premier que pivote l'enseignement primaire. Mettre aux mains des enfants les indispensables outils de la lecture et de l'écriture ; y joindre la pratique du calcul et quelques notions élémentaires d'histoire, de géographie et de grammaire se rapportant à la France et à la langue française, tel est, en substance, l'objet étroitement limité de cet enseignement. Ce programme ne se préoccupe visiblement pas de faire sortir du rang les individualités propres à recevoir une culture supérieure. On pourrait le croire fait, au contraire, pour les y refouler. Rien en lui ne tend à ouvrir aux curiosités enfantines des horizons plus larges que ceux qu'il embrasse ; et, sous l'influence de préoccupations, d'ailleurs actuellement légitimes, plutôt que de donner à quelques intelligences choisies une impulsion vers de plus hauts degrés du savoir, il semble avoir pour but d'imposer à toutes un arrêt de développement.

Passons à l'enseignement secondaire. C'est là qu'est le véritable apanage de l'Université — le reste n'est pour elle qu'accessoire ; — et c'est là, aussi, qu'est le vrai champ de bataille dans le conflit d'idées actuel. Cet enseignement prend à la jeunesse, aujourd'hui, plus de deux lustres entiers allant des confins de la première enfance aux approches de la virilité complète, — presque un tiers de la vie moyenne des générations. C'est à bon droit qu'on demande compte à l'institution qui en prend charge de ce qu'elle fait de ce temps si précieux.

Ici, selon nous, l'idée organisatrice est rationnelle. C'est évidemment la culture intellectuelle qui en est la norme. Peut-être manque-t-il, dans la longue étendue du stade à parcourir, quelque palier de repos d'où puissent se détacher, sans perdre tout l'avantage des efforts antérieurs, les intelligences inaptes à s'élever plus haut avec profit. Mais l'enseignement secondaire n'a visiblement aucune tendance spécialisatrice directe. Sa tendance est générale. C'est sous cet aspect

qu'il faut l'examiner, et peut-être après examen nous accordera-t-on que, s'il est reprochable, ce n'est pas d'être resté trop fortement attaché à l'idée mère de son programme mais de l'avoir partiellement abandonnée.

Ce programme ne pouvait rester ce qu'il était au siècle dernier. Il devait subir, dans une certaine mesure, l'influence des modifications survenues tant dans l'extension et la vulgarisation des sciences que dans les conditions sociales du pays, et dans les relations plus multipliées de peuple à peuple. Ces influences ont pénétré dans l'enseignement classique lui-même, sanctuaire longtemps inviolable. Pour pourvoir à l'absence du palier de repos signalée plus haut, on a créé, en dehors de l'enseignement primaire supérieur, et, par un acte hardi, presque révolutionnaire, placé parallèlement à l'enseignement classique l'enseignement secondaire moderne, dont est bannie l'étude des langues anciennes.

Un examen détaillé des programmes spéciaux à ces diverses catégories d'enseignement ne serait ici nullement à sa place. Nous ne les envisagerons que sous deux aspects principaux : l'étude des langues anciennes, et le temps considérable qu'on consacre aux diverses disciplines enseignées.

∴

Les langues anciennes jouent, dans le conflit engagé, le rôle sacrifié de bouc émissaire. C'est elles qui sont chargées de tous les péchés de l'Université. Elles ne servent à rien, dit l'un. Nulle part on ne les parle, pas plus le latin à Rome que le grec au pays de Démosthènes. On les oublie totalement au bout de peu d'années, ajoute un autre. Les services qu'elles peuvent rendre pour les nomenclatures scientifiques ou les étymologies sont hors de proportion avec le temps qu'on y consacre. Les spécialistes qui en ont besoin peuvent facilement acquérir en rien de temps le peu qu'il leur en faut ; et, quant aux trésors du génie antique qu'elles portent en elles, de bonnes traductions les mettront mieux à la portée de tous que la lecture de textes originaux accessibles à un petit nombre, et dont le sens échappe à la plupart.

Ces diverses observations ne nous paraissent pas poser la question sur son véritable terrain. En tant qu'apprentissage, l'étude généralisée des langues anciennes serait indéfendable. On peut considérer aussi que la mise en rapport intime avec le génie antique est un luxe auquel une élite peu nombreuse a seule le droit de prétendre. Rien, en revanche, ne peut remplacer ces langues comme gymnastique intellectuelle et moyen de culture cérébrale.

L'importance qu'a le mécanisme du langage sur le développement des facultés mentales est considérable et n'est pas contestée. Sans doute la pensée est partout et toujours le moteur essentiel. Les langues ne sont que des outils. Mais, à ce titre, combien elles facilitent plus les unes que les autres l'expression des idées et, partant, la génération même de celles-ci. Il en est ainsi de tous les signes. Où en serait la science des nombres si les chiffres arabes et leur mode de groupement n'eussent pas remplacé les chiffres romains et leurs lourds procédés d'assemblage. L'importance du langage est telle, selon nous, qu'il n'est aucunement paradoxal de prétendre que celui qui, ne sachant qu'une langue, n'est pas en état d'exprimer sa pensée au moins sous une double forme, est hors d'état, quelle que soit son intelligence, de se faire une idée nette de ce que sont les opérations de l'esprit. Si le travail essentiel de celui-ci consiste à saisir rapidement et sûrement les rapports des idées et des choses, dans leurs nuances de similitude ou d'opposition, où trouver pour l'enfance un meilleur exercice que l'étude didactique d'une langue autre que sa langue maternelle, étude qui met incessamment en jeu les facultés comparatives de l'entendement ?

On a essayé de remplacer, au début de l'enseignement, l'étude d'une langue par des leçons de choses, par des notions superficielles sur l'ensemble des phénomènes naturels. Nous doutons qu'on ait réussi. La mémoire est la seule faculté que ces disciplines nouvelles mettent en jeu. Elles n'ont pas, comme l'étude raisonnée d'une langue s'élevant par degrés d'une préparation routinière à une forte élaboration syntaxique comparée, la propriété de donner à l'esprit la souplesse, la précision et la force qui lui rendent service, non pas là seulement mais dans toutes les autres disciplines enseignées. Sous le second empire, lors des bifurcations introduites entre les études littéraires et les études mathématiques, on constata, chez les élèves de nos grandes écoles scientifiques, une dépression marquée dans la portée des facultés intellectuelles.

Si ce qui précède est exact, il ne resterait plus qu'un point à examiner, celui de savoir si l'on ne pourrait pas, comme appareil de gymnastique intellectuelle, remplacer les langues anciennes par des langues modernes. Nous ne voulons pas décrier celles-ci, et il y aurait, ce semble, un certain avantage pratique, à les adopter. Mais, quoi qu'il y ait entre elles de grandes différences sous ce rapport, où en trouver une dont on puisse comparer la charpente mal équilibrée à la merveilleuse ossature si harmonieusement pondérée des langues classiques, surtout du grec ? Et combien, lorsqu'on possède suffisamment ces der-

nières, on aborde plus facilement toutes les autres. Sans parler des langues sœurs de la nôtre qu'enseigne presque le latin, pour arriver à la possession rapide et sûre des langues vivantes dans leur organisation syntaxique, le plus court chemin est encore de passer par les langues mortes.

L'Université a donc bien fait de se défendre énergiquement dans son camp retranché des *humanités*. C'est par la trituration méthodique des langues que se forment les intelligences équilibrées, ayant le rythme et la mesure, aptes aux vues généralisatrices. Et ces intelligences sont, au fond, les mieux préparées à l'acquisition des connaissances scientifiques. Qu'est-ce qui donne, en effet, la clef des sciences, même les plus abstraites, si ce n'est l'ordre, la pondération et la faculté de classement?

Quant à l'objection naissant, contre les langues anciennes, de ce fait qu'on les oublie, elle mérite à peine qu'on la réfute. Il en est ainsi d'une foule de connaissances qui, pour être acquises, ont exigé les plus grands efforts de contention intellectuelle. Cela démontre-t-il l'inutilité de ces efforts ? Qu'on demande à nos ingénieurs qui dirigent avec tant de supériorité les services les plus compliqués, et les œuvres techniques les plus difficiles, s'ils sont en état d'intégrer telle ou telle expression différentielle, qui eussent été jadis un jeu pour eux. Beaucoup ne le sauront pas. Croit-on qu'ils doivent, pour cela, regretter de l'avoir appris ?

* * *

De ces observations, on pourrait faire ressortir deux conséquences : d'une part, que la création de l'enseignement secondaire moderne, où l'on a voulu, tout en lui conservant avec soin le cachet littéraire, remplacer les langues classiques par une étude plus approfondie de la langue maternelle et par une proportion plus forte des langues vivantes, n'a pas été, peut-être, une œuvre aussi rationelle qu'elle était bien intentionnée ; d'autre part, et surtout, que l'Université dans son enseignement classique a, peut-être, été mal inspirée et a plutôt reculé que progressé en remplaçant, dans les basses classes, l'étude immédiate du rudiment latin par une illusoire et impossible élaboration plus parfaite de la langue maternelle.

Mais ce sont là des questions qui nous écarteraient trop de notre but. Ce que nous avons à nous demander, c'est ce qu'il y a de favorable ou de fâcheux dans la pression qu'on tente d'exercer en vue d'une modification radicale qui, changeant complètement l'orienta-

tion de l'enseignement public, le mettrait hors de sa voie jugée abusivement trop littéraire, en ferait une vaste leçon de choses, et tendrait, en dehors de l'apprentissage des langues vivantes, à meubler presque exclusivement les jeunes cervelles de notions positives empruntées aux sciences de tous ordres.

Le but en lui-même n'est pas mauvais. Ce sur quoi l'on se trompe c'est sur le meilleur moyen de l'atteindre. Sauf exceptions rares, les jeunes intelligences non préparées par des études linguistiques seront rebelles à la compréhension méthodique des matières scientifiques. On pourra peut être former ainsi des contre-maîtres. On ne façonnera pas des cerveaux embrassant les ensembles, saisissant les généralités. Pour avoir négligé la culture qui prépare et développe les facultés mentales les plus compréhensives, et n'avoir considéré dans l'enseignement que l'apprentissage, on aura faussement raisonné, comme celui qui espérerait, par le fait seul d'un large ensemencement, obtenir de son champ de riches moissons, sans en avoir au préalable ameubli le sol par de profonds labours.

Que l'on pousse l'Université à se préoccuper chaque jour davantage des nécessités de la vie pratique, telle que la font les exigences modernes, rien de mieux. Qu'elle maintienne dans ses programmes tout ce qu'elle y a mis, en tant que langues vivantes, histoire, géographie et sciences de tous ordres; que ces matières soient de plus en plus fortement enseignées par elle, à l'aide de méthodes appropriées, et qu'elle leur enlève surtout, par l'importance qu'elle leur assigne, le caractère presque accessoire qui subalternise aujourd'hui ces disciplines aux yeux de tous, professeurs et écoliers, on ne pourra qu'approuver hautement ces efforts. Mais qu'elle ne cède jamais sur ce point capital, c'est qu'elle a pour mission essentielle la culture cérébrale, la préparation des intelligences directrices, partout nécessaires, surtout en démocratie. Fléchir, par ce côté, sous la pression d'objurgations maladroites, serait de sa part un crime de lèse-patrie.

Sans doute la difficulté de rendre utilisable à divers points d'arrêt l'élaboration que comporte le stade forcément étendu de l'enseignement secondaire, crée, en face de l'opinion surexcitée, de sérieux embarras à l'institution enseignante. Ce serait, pour cette institution, prévariquer que de s'incliner par faiblesse devant des plaintes mal fondées. C'est dans une autre voie qu'elle doit chercher à donner à ces réclamations la part de satisfaction qu'elles méritent.

Tout en modernisant ses programmes, il est un côté par lequel l'Université est restée immuable. Alors que tout va plus vite en ce monde,

elle a conservé la solennelle lenteur des temps passés. Elle marchait autrefois

> ..... *à pas comptés,*
> *Comme un recteur suivi des quatre facultés.*

Son allure n'a pas changé. De la septième à la philosophie, en y ajoutant les classes préparatoires, c'est toujours dix échelons successifs qu'il faut que ses disciples gravissent, avec interdiction absolue d'en franchir jamais deux en une année ; et, les mathématiques élémentaires et spéciales, placées en dehors du cadre normal, ne s'y introduisent qu'au détriment de certaines années de l'enseignement littéraire.

S'est-on jamais demandé dans les Conseils de l'enseignement public s'il n'y avait rien à changer dans ce chiffre sacramentel d'années d'études ? A propos des revendications ouvrières aujourd'hui pendantes on tend à faire du temps de séjour à l'atelier le seul élément qui mesure la productivité du travail, comme si la bonne direction imprimée à celui-ci en même temps que l'habileté et le bon vouloir de l'ouvrier n'y étaient pour rien. Le raisonnement est absolument le même en ce qui touche l'enseignement, et la fausseté de la conclusion est ici plus frappante encore. On ne fera jamais admettre à un universitaire orthodoxe qu'il soit possible d'apprendre le latin et le grec, ne fussent-ils envisagés exclusivement que par le côté gymnastique intellectuelle, en un temps moindre que celui affecté à cette discipline par les programmes officiels. Dans le langage courant des spécialistes, c'est au nombre d'heures de classe par semaine que tout travail scolaire s'évalue. La notion de vitesse semble complètement absente des conditions de l'enseignement ; la pédagogie s'en effraie, et c'est presque une hérésie d'admettre que ce qui est appris en peu de temps puisse être bien su.

Il y a là une profonde erreur fondamentale. C'est contre elle que ne sauraient trop réagir les novateurs. Sans doute, il faut tenir compte du temps. On ne fait rien de bon sans lui. Il ne s'agit pas d'instituer un enseignement de surface, ne s'adressant qu'à la mémoire, et se rapprochant de cet entrainement malsain sur lequel est basée l'industrie néfaste préparant à forfait, à la course et à l'heure, aux épreuves des baccalauréats. Pour que soient bien gravées dans l'esprit les matières qu'elles comprennent, nous savons que toutes les disciplines comprennent, quoique en proportions fort diverses, l'emploi de trois moyens pédagogiques successifs : une préparation routinière, une élaboration théorique, une confirmation

pratique. Il ne s'agit de négliger aucune de ces étapes, mais il faut les franchir d'un pas plus agile.

De ces trois étapes, la seconde est de beaucoup la plus importante. C'est pour elle surtout que le professorat de bonne volonté doit travailler à modifier ses procédés, en s'efforçant d'abréger le temps, sans rien faire perdre à l'enseignement de sa rigueur méthodique. La chose est-elle possible? Un profane ne pourrait que compromettre ce qu'il peut y avoir de juste dans ces observations en voulant trop préciser. Dans le camp où l'on défend les langues mortes, il y a des spécialistes éminents. S'ils estiment que les indications générales qui précèdent contiennent quelque part de vérité, c'est à eux qu'il appartient d'en compléter la démonstration.

∴

En résumé,

Laissant de côté l'enseignement primaire qui, lui aussi, comporte bien des modifications utiles, et l'enseignement supérieur également qui ne pouvait avoir place dans le cadre étroit où nous devions nous renfermer,

Nous avons essayé d'établir, en ce qui touche l'enseignement secondaire :

Que, si tout enseignement comprend à la fois un apprentissage en vue d'un but précis déterminé, et une gymnastique intellectuelle ayant pour objet principal d'augmenter la souplesse et la force de l'entendement, c'est particulièrement cette seconde fonction qu'est destiné à remplir l'enseignement secondaire; qu'il n'est pas un but, mais un moyen; qu'il prépare à des études plus élevées, mais ne peut aboutir pratiquement, quelle qu'en soit la désignation, qu'à des certificats constatant que celui qui les possède jouit d'un certain degré de culture intellectuelle;

Que, sans prétendre justifier de tous points l'enseignement secondaire, surtout quant au nombre d'années qu'on y consacre, cet enseignement remplit un rôle indispensable pour la préparation d'intelligences aptes aux fonctions directrices, les plus utiles en tout état social, surtout en démocratie.

Qu'à ce titre de gymnastique intellectuelle, si l'étude des langues n'est pas la seule discipline dont puisse faire usage l'enseignement secondaire, elle est la mieux appropriée au développement rationnel des jeunes intelligences et que les langues anciennes ont, pour ce rôle. un avantage considérable sur les langues modernes, à l'étude desquelles elles préparent d'ailleurs efficacement;

Que, dès lors, si l'enseignement secondaire, pour s'approprier aux besoins actuels, comporte de profondes réformes, celles-ci réduites à la suppression des langues anciennes porteraient à faux ; qu'en enlevant à l'enseignement secondaire son caractère essentiel de préparation aux études d'application de degré supérieur, les réformes préconisées dépasseraient le but, et que c'est plutôt dans la voie d'une réduction dans la durée du temps consacré à l'enseignement secondaire qu'il faut chercher le moyen de mettre cet enseignement en rapport avec les nécessités de la vie moderne.

M. L. GUINARD
à Lyon

QUELQUES MOTS POUR RÉPONDRE A CERTAINES CRITIQUES QUE L'ON ADRESSE PARFOIS A LA STÉRILISATION DE L'EAU ALIMENTAIRE PAR L'ÉBULLITION [614.43]

— Séance du 5 août —

Il y a huit ans, j'ai présenté à la Société des Sciences médicales de Lyon et à l'Académie des Sciences, belles-lettres et arts de la même ville, un mémoire sur l'*utilisation de l'eau bouillie dans l'alimentation*. Dans ce mémoire, je m'efforçais surtout de démontrer que l'ébullition modifie peu la richesse d'une eau en sels et la prive jamais de la totalité de ses gaz; à propos de ceux-ci j'ajoutais qu'il suffit de laisser refroidir l'eau au contact de l'air et de prolonger ce contact dans un endroit frais, pour que la majeure partie des gaz chassés par la chaleur entrât de nouveau en dissolution.

Depuis cette époque, j'ai eu maintes fois l'occasion de vérifier l'exactitude de ce que j'avançais; en outre, j'ai constaté pratiquement que l'utilisation constante et exclusive de l'eau bouillie dans un ménage est vraiment d'une grande simplicité et n'a rien des multiples inconvénients que, vulgairement, on se plaît à lui attribuer. — Jamais il ne m'est arrivé de voir ou d'entendre dire par ceux qui boivent couramment de l'eau bouillie que celle-ci fut indigeste, lourde, de saveur fade, etc., etc.; *parfaitement refroidie et conservée au frais,*

cette eau est toujours aussi agréable que l'eau ordinaire et, à moins d'idées préconçues, il ne peut venir à l'esprit de personne de la trouver désagréable à boire.

Je me suis souvent demandé alors pourquoi, surtout dans les grandes villes où, à certaines époques sévissent des maladies infectieuses d'origine gastro-intestinale, dont la transmission par l'eau n'est plus contestée, je me suis demandé, dis-je, pourquoi, le procédé de stérilisation de l'eau par l'ébullition n'est pas plus répandu et plus communément employé ?

Aussi, revenant sur ce que tous les hygiénistes admettent et sur ce que j'ai dit autrefois, je voudrais, par cette note, attirer de nouveau l'attention sur ce sujet et stimuler la propagande en faveur de l'utilisation exclusive de l'eau bouillie dans l'alimentation.

Il n'est pas inutile de revenir là-dessus, car, malgré ce qui a été dit et fait, les reproches adressés à l'eau bouillie sont souvent réédités et malheureusement très répandus dans le public.

On continue à accuser cette eau de n'être pas une boisson convenable ; on prétend encore qu'elle a perdu une grande partie de sa valeur nutritive et que, même après refroidissement complet, elle est prise avec répugnance, qu'elle est indigeste et de saveur fade.

On ajoute que si elle est fade, lourde et indigeste, c'est qu'elle est privée des éléments de l'air ; on soutient que son manque de saveur et sa faible valeur nutritive proviennent de la précipitation des sels calcaires et magnésiens ; qu'enfin la précipitation, par la chaleur, des parties terreuses en suspension, la rend fort peu appétissante.

Ce dernier reproche n'est pas sérieux, car il suffit pour débarrasser une eau des parties terreuses en suspension, de la filtrer ou de la laisser déposer. Les autres reproches n'ont pas plus de valeur et seules l'absence des éléments de l'air et la diminution des pouvoirs nutritifs, par précipitation des sels, méritent d'être discutées.

Et d'abord, en admettant que la rareté ou l'absence des éléments de l'air dans l'eau soit nuisible, ce qui n'est pas prouvé, nous avons constaté, expérimentalement, que ces altérations elle-mêmes n'existent pas et que, non seulement l'eau ne perd jamais tous ses gaz, par la seule ébullition, mais les reprend assez vite par le simple refroidissement.

Un seul exemple à l'appui, choisi parmi beaucoup d'autres :

Au moyen du vide et de la chaleur, nous avons extrait les gaz de l'eau du Rhône, avant et après ébullition et obtenu les résultats suivants, qui se rapportent à 100^{cc} de liquide :

Avant ébullition	Après 45 minutes d'ébullition	
	Aussitôt après le refroidissement	Après 24 heures d'exposition à l'air dans un endroit frais.
CO^2 — 1cc1	CO^2 — 0cc3	CO^2 — 0cc3
O — 1cc3	O — 0cc5	O — 1cc1
Az — 3cc0	Az — 1cc1	Az — 2cc5

Les proportions d'acide carbonique sont celles qui varient le plus, mais ceci se conçoit fort bien, car la plus grande partie de ce gaz provient de la décomposition des bicarbonates. Mais on voit qu'en somme, ce que nous disions plus haut est parfaitement exact.

Quant à la valeur nutritive, en supposant naturellement que l'organisme ait à compter sur l'eau pour trouver dans son alimentation les sels dont il a besoin, — ce qui n'est d'ailleurs pas exact — nous avons constaté que l'ébullition est incapable de l'amoindrir. Elle change bien peu le degré hydrotimétrique d'une eau donnée et les variations les plus grandes s'observent surtout lorsqu'il s'agit d'eaux très riches en bicarbonate et par conséquent impropres à l'usage alimentaire.

Les variations dans le degré hydrotimétrique des eaux soumises à l'ébullition, sont très faibles ; le tableau suivant le démontre :

Provenance de l'eau analysée	Degré hydrotimétrique		
	Avant ébullition	Après 15 minutes d'ébullition	Différence
Rhône.....	15°5	12°	3°5
Saône.....	16°	11°	5°
Source.....	41°	26°	15°
Puits.....	52°	34°	18°

C'est donc une erreur de prétendre que l'ébullition fait perdre à l'eau une grande partie de sa valeur nutritive, en provoquant la précipitation des sels. Ceux-ci restent en quantité bien suffisante et il n'y a pas lieu, par conséquent, de craindre que ce procédé de purification puisse avoir pour conséquence de priver l'organisme d'une source de matières salines indispensables ; d'ailleurs, en dehors de l'eau, les aliments, pain, viande, légumes, vin, etc., etc., ont assez de matières minérales pour suffire à tous les besoins.

Ayant donc la conviction absolue qu'aucun reproche sérieux ne peut être adressé à l'usage constant de l'eau bouillie dans l'alimentation, nous serions heureux de voir les hygiénistes et tous ceux qui s'intéressent à la santé publique s'efforcer de combattre les préjugés

qui existent encore contre cet usage et s'opposent à sa vulgarisation partout et toujours.

On contribuerait ainsi à éviter un grand nombre de maladies contagieuses dont les germes se transmettent par l'eau d'alimentation.

M. le Dr RAFFEGEAU
au Vésinet

DE L'INFLUENCE DE LA LUMIÈRE COLORIÉE DANS LE TRAITEMENT DES MALADIES NERVEUSES [615.831]

— Séance du 6 août —

Permettez-moi de laisser à ma communication la forme de la correspondance, car il s'agit simplement d'une réponse que j'ai faite à un architecte-paysagiste de Boston qui, ces mois derniers, m'écrivait:

« Je voudrais prouver, avec l'aide des statistiques ou par des obser-
« vations faites par des hommes d'expérience que l'agrandissement
« et le développement des parcs publics tendent à diminuer le progrès
« des maladies nerveuses et aussi à améliorer la santé des habitants
« des villes. »

« Ne peut-on pas se flatter que les scènes paisibles et champêtres aussi bien que l'éloignement des bruits et des agitations aient un effet bienfaisant sur ceux qui sont victimes de leurs nerfs?

« Peut-on prouver que les couleurs vives qu'on trouve si souvent dans les parterres des parcs publics, causent aussi une espèce d'irritation chez les malheureux qui souffrent des maladies nerveuses?

« Je vous serai fort reconnaissant de l'envoi ou d'un fait que vous avez pu remarquer ou des titres de quelque brochure dont vous aurez la complaisance de m'indiquer l'auteur.

« En même temps, ayant appris que vous avez fait des expériences particulières avec des verres de couleur, etc. Je vous serais bien obligé si vous vouliez bien me donner quelques détails sur le résultat de vos expériences. »

A cette lettre de l'architecte américain je fis la réponse suivante :

Monsieur,

Bien que mes expériences soient loin d'être achevées, je répondrai avec plaisir aux questions que vous avez bien voulu me poser sur l'emploi de la *lumière colorée* dans le traitement des maladies nerveuses.

Permettez-moi de vous dire tout d'abord que je suis convaincu que l'agrandissement et le développement des parcs publics ne peuvent que tendre à diminuer le progrès des maladies nerveuses, tout en améliorant la santé des habitants des villes, mais je ne connais pas de statistiques à cet égard.

Il est indéniable d'autre part que l'éloignement des bruits et des agitations ont un effet bienfaisant sur ceux qui sont victimes de leurs nerfs, les faits le démontrent chaque jour.

C'est d'ailleurs, pénétré, moi-même de cette idée que j'ai cherché un pays calme et pourvu de beaux sites pour y fonder mon Institut hydrothérapique.

Quant a prouver que les couleurs vives ou du moins certaines couleurs qu'on trouve si souvent dans les parterres des places publiques causent aussi une espèce d'irritation chez les malheureux qui souffrent des maladies nerveuses, cela résultera naturellement des explications dans lesquelles je vais entrer pour démontrer l'action des couleurs.

— Il n'y a pas de doute, ainsi que l'a dit le Dr Kobler[1] que l'influence de la lumière du soleil, le complexus de toutes les couleurs n'agisse d'une façon générale sur toute la vie végétative.

C'est également un fait depuis longtemps établi que les diverses couleurs du spectre agissent d'autant plus diversement sur la vue et par elle sur la disposition psychique qu'elles sont plus écartées dans le spectre ou que leur différence de chaleur est plus grande. La plus grande différence de position et de chaleur est présentée par les deux couleurs placées aux deux extrémités de l'échelle, par le *rouge* et le *violet :* le rouge est la couleur la plus riche en calorique, ses vibrations ondulatoires sont les plus rapides et son action est la plus excitante ; le *violet* est froid, calmant.

Action de la lumière colorée sur les végétaux

Dans son étude sur la lumière colorée, le Dr Ponza d'Alexandrie, parle d'un capitaine anglais qui était arrivé à obtenir un développe-

1. Der Irrenfreund, n° 4 1888.

ment extraordinaire de végétaux, soit des fruits, soit des légumes, en les couvrant de cloches de verre *violet*.

D'autre part, on vient de faire à l'Observatoire de Juvisy (près Paris) dirigé, par C. Flammarion, des expériences qui ont prouvé que certains légumes, comme les salades, par exemple se développaient d'une façon très différente, suivant qu'elles étaient plantées dans des serres *rouges* ou *violettes*.

Action de la lumière colorée sur les animaux.

Le même capitaine anglais cité par le Dr Ponza était parvenu à accroître énormément l'embonpoint de certains animaux en les faisant vivre continuellement sous l'influence de la lumière *violette*. — De même on a fait en Amérique des expériences sur des veaux qu'on enfermait dans des étables éclairées par des vitres *bleues*, et l'on a constaté que le poids de leurs corps augmentait plus rapidement que dans les conditions normales.

Quant à l'influence existante ou calmante des couleurs sur les animaux, nous savons que le *rouge* excite le taureau, le dindon, tandis que les lunettes à verre *bleu foncé* ont été souvent employées pour calmer les chevaux emportés. Le comte Schleiffeu, seigneur mecklembourgeois qui s'occupait d'élevage de chevaux, était arrivé, il y a une vingtaine d'années, par ce procédé, à d'excellents résultats.

Action de la lumière colorée sur l'homme

Le Dr Ponza est aussi un des premiers qui aient tenté de guérir certaines psychopathies par l'influence de la lumière colorée.

« Dans une chambre teinte de rouge, à vitraux rouges, je fis, dit-il, coucher un lypémaniaque qui depuis longtemps, était sombre, affecté d'un délire taciturne et mangeait rarement de sa propre initiative. — Trois heures après son installation dans la chambre, je le visitai, et à ma grande surprise, je le trouvai souriant, gai, il me demanda de lui faire donner à manger, ce qui fut fait.

L'observation suivante racontée par le même auteur n'est pas moins explicite.

« B. J. lypémaniaque sitiophobe qui demeurait, tout le jour, les mains crispées contre la bouche pour empêcher l'introduction de l'air empoisonné, fut couché dans la chambre rouge.

Le lendemain, B. se hâta de se lever et de demander son déjeûner qu'il avala avec une avidité surprenante : au bout de quelques jours, il put rentrer chez lui.

Par contre, un maniaque très agité et maintenu avec la camisole fut placé dans la chambre à vitres *bleues*, et moins d'une heure après, le malade fut trouvé très calme.

Un autre aliéné fut couché dans une chambre à vitraux violets : le lendemain, ce malade demanda qu'on le renvoyât chez lui, il se sentait guéri ; il a quitté l'Asile et il est toujours bien portant. »

Depuis le Dr Ponza, peu d'expériences ont été faites par des médecins sous l'influence de la lumière colorée, et c'est fort regrettable ainsi que le prouve le fait suivant rapporté dans la *Revue pratique des travaux de médecine* du 20 novembre 1897 :

D'une façon générale, le *rouge* excite, alors que le *vert* calme. M. Dor a pu obtenir des excitations allant jusqu'au vertige chez des neurasthéniques que l'on fait fixer une large surface rouge, alors qu'avec le *vert* même très éclairé, ce résultat ne pouvait être obtenu.

Chez M. Lumière, à Lyon, qui fabrique une très grande quantité de plaques photographiques instantanées, la fabrication se fait dans une salle éclairée avec des flammes vertes. Autrefois, quand les ouvriers travaillaient toute la journée dans une salle éclairée uniquement en *rouge*, ils se mettaient à chanter, à gesticuler, les hommes faisaient la cour aux femmes, et maintenant, depuis que l'on a mis du *vert*, ils sont calmes, ils ne disent pas un mot, et quand ils sortent, ils sont beaucoup moins fatigués.

Les expériences que j'ai faites moi-même à l'Établissement hydrothérapique du Vésinet et qui ont porté sur une vingtaine de cas, m'ont donné des résultats identiques : quelques heures passées dans la chambre *violette* ont toujours amené un effet sédatif, tandis que le séjour prolongé dans la chambre *rouge* produit invariablement de l'excitation. Depuis une dizaine de jours, j'essaie l'action de cette dernière couleur sur une jeune fille qui traverse une période de semi-mutisme et chacun ici remarque qu'il est déjà plus facile d'obtenir une réponse de la malade aux questions qui lui sont adressées.

(Nota. — Cette lettre est du 25 mars : aujourd'hui la jeune fille dont je viens de parler, est en voie de complète guérison).

J'ai constaté également que certaines personnes se trouvaient bien de rester dans la chambre *bleue* et je poursuis actuellement mes recherches sur les autres couleurs.

Conclusion. — De tout ce qui précède, il m'est donc permis de conclure pour répondre, Monsieur, à l'une de vos questions, que les couleurs vives des jardins publics qui peuvent irriter les personnes nerveuses et encore faut-il qu'elles ne soient pas mélangées à d'autres couleurs et occupent une large surface, comme par exemple dans une

corbeille de geraniums sont le *rouge* et les couleurs qui s'en rapprochent, c'est-à-dire l'*indigo* et le *jaune*, tandis que le *violet* et les autres couleurs de l'arc-en-ciel sont plutôt calmantes,

C'est sans doute pour cela que la nature a donné généralement aux feuilles des arbres et des plantes la couleur verte comme elle a fait le firmament bleu et la mer azurée. Rien ne repose en effet notre vue comme l'aspect d'une belle prairie et les oculistes ont bien soin pour ne pas fatiguer la vue affaiblie de leurs clients de leur faire porter des lunettes aux verres bleus ou verts.

M. G. LEJEUNE

à Nantes

APPLICATION DE L'ACIDE CARBONIQUE A LA CONSERVATION DES BOISSONS HYGIÉNIQUES

— Séance du 6 août —

Depuis les études de Pasteur sur les boissons fermentées, une révolution s'est accomplie dans leur fabrication. — M. Duclaux qui en 1883 pouvait dans son traité de Microbiologie qualifier certaine industrie de cuisine mal tenue, reconnaissait tout dernièrement dans les « Annales de la Brasserie et de la Distillerie », qu'on n'avait plus le droit de parler ainsi, des industries qui avaient su appliquer de récentes découvertes et introduire dans la pratique un instrument nouveau, la propreté rigoureuse, — ou si vous aimez mieux, l'asepsie.

Il est heureux de voir d'éminents savants constater la bienfaisante influence de la science sur les industries, hier encore empiriques, des boissons fermentées, mais on ne saurait trop souhaiter encore que cette même influence s'étende au débit de ces mêmes boissons et cela non pas seulement pour en faire ressortir les qualités apparentes mais bien pour leur conserver toutes leurs qualités hygiéniques.

Une boisson peut avoir une composition normale, être le résultat d'une fermentation provoquée par la culture pure d'un ferment approprié, être saine, dans toute l'acceptation du mot et posséder toutes les

qualités nécessaires à une parfaite conservation, sans qu'elle puisse résister, d'une façon absolue, aux infections qu'elle pourra rencontrer dans les opérations ultérieures de sa fabrication : transvasements, soutirage, mise en bouteilles, etc., opérations qui s'effectuent généralement dans les plus mauvaises conditions possibles.

Le vin en fût subit souvent longtemps le contact de l'air des caves malpropres — le cidre est aspiré par des pompes qui ne connaissent aucun nettoyage, la bière est refoulée dans des tuyaux malpropres par de l'air chaud et confiné dans des réservoirs infectés.

Un producteur qui livre à la consommation un produit sain, exempt d'antiseptique s'expose donc souvent à subir la concurrence déloyale de produits qui, par l'addition d'éléments étrangers et nuisibles à la santé, résistent mieux aux mauvaises conditions de débit.

Si la science a contribué, pour une large part, à la fabrication de boissons saines, il faut qu'elle enseigne aussi à tous, les moyens de leur conserver toutes leurs qualités et le devoir de l'hygiéniste est de répandre les moyens scientifiques qui rendront inutiles dans les boissons alimentaires, la présence d'antiseptiques malsains.

Les boissons fermentées sont des milieux de culture éminemment favorables aux développements de microorganismes. Elles sont donc sensibles, au moindre contact suspect. De plus, l'air agit sur elles par son oxygène comme un agent actif, pouvant déterminer le réveil de fermentations ultérieures. Il est, de plus, le véhicule de nombreux ferments qui peuvent provoquer des troubles persistants et apporter des modifications profondes dans leur composition.

Il faut donc tout en donnant aux boissons les soins qu'exigent le goût et la propreté des choses qui touchent aux aliments, les préserver aussi du contact de l'air.

Pour cela il suffit d'employer le procédé usité pour le soutirage des bières et chasser le liquide du récipient qui le contient au moyen du gaz carbonique provenant d'une bonbonne d'acide carbonique liquide.

Dans ces conditions le gaz est livré chimiquement pur et exempt de tout microorganisme. Ses propriétés sont trop connues pour qu'il soit nécessaire d'insister sur ce point ; il suffit de constater que l'acide carbonique étant comme l'alcool un produit même de la fermentation en arrête de lui-même la marche. Il est par conséquent l'antiseptique naturel, le seul dont l'emploi devrait être permis.

Les résultats obtenus par l'emploi de l'acide carbonique sont d'ailleurs indiscutables.

Pasteur dans ses études sur le vin (1866) recommande la carbonatation des vins après leur chauffage. M. Vermorel, dans un rapport

fait à la Société de viticulture du Rhône sur le Congrès de Trente, signalait récemment les beaux résultats obtenus par l'application de l'acide carbonique au traitement des vins.

L'application que l'industrie brassicole a faite de ce gaz, a été un véritable progrès qui a déterminé une amélioration sensible dans la qualité des bières et des modifications heureuses quant aux moyens de les débiter.

Actuellement le système employé consiste à faire arriver sur le fût à vider, le gaz provenant d'une bonbonne d'acide carbonique liquide de laquelle il sort détendu par une soupape de réduction.

Ces appareils sont assez coûteux et leurs complications et la multiplicité des joints, est telle que le fonctionnement ne peut être assuré que par des mains exercées.

Je vous présente aujourd'hui un appareil qui répond je crois à toutes les exigences. — C'est la Bonde Carbonique petit tube fermé à une extrémité par la matière même et à l'autre par un bouchon renfermant un mécanisme qui permet la détente automatique et sous faible pression de l'acide carbonique liquide contenu dans le tube.

Cette bonde qui sert comme son nom l'indique à obturer l'orifice du fût, aussitôt après son remplissage est complètement située à l'intérieur du fût sans aucune partie saillante, ce qui permet le transport et le maniement du fût. La détente du gaz est réglée par la manœuvre d'une petite clef mobile extérieure, et la quantité de ce gaz est suffisante pour déterminer la vidange du fût.

L'emploi de la bonde carbonique permet d'expédier sans aucun antiseptique : des vins, des cidres, des bières complètement terminés, ayant une composition normale et suffisamment saturés d'acide carbonique. Il assurera le parfait débit au fût par une pression constante d'acide carbonique, c'est-à-dire à l'abri de l'air, cause de toutes les altérations que subissent les boissons pendant le temps nécessaire à leur consommation.

Je me résume :

Les producteurs peuvent fournir des boissons fermentées saines, ne demandant pour leur parfaite conservation aucune addition de produits étrangers aux conditions toutefois.

1° Que les boissons soient constamment préservées du contact de l'air, véhicule de nombreux ferments de maladie.

2° Que le contact entre les boissons et les instruments de débit, soit aussi réduit que possible.

Ces conditions peuvent être remplies si l'on opère le tirage des boissons directement au fût et sous légère pression d'acide carbonique.

En construisant la bonde carbonique, j'ai voulu mettre à la portée de tous les moyens de tirer et de conserver les boissons hygiéniques sans le concours d'aucun antiseptique.

Vous pourrez, Messieurs, voir l'application de l'appareil au débit de la bière à la prochaine réception du congrès.

M. Ch. MOROT

Vétérinaire-Inspecteur, a Troyes

DE L'INSPECTION DES VIANDES DE BOUCHERIE ET DE CHARCUTERIE. NÉCESSITÉ DE SA GÉNÉRALISATION EN FRANCE

[614.317]

— *Séance du 8 aout* —

De mauvaises viandes sont tous les jours vendues pour la consommation, grâce au défaut de surveillance des abattoirs, à la tolérance des autorités et au peu de désintéressement des cultivateurs. Dans la plupart des petites villes et des villages, quand un propriétaire perd une vache un peu grasse, il prévient le maire qu'il va la faire détailler à bas prix. Séduit par le bon marché annoncé à son de caisse, le public achète la viande de cet animal non inspectée par un vétérinaire, sans que l'autorité s'inquiète en rien[1].

Signalée il y a cinquante ans par M. Benjamin, vétérinaire à Nogent-sur-Seine, cette situation n'a guère changé dans l'Aube ainsi que le prouvent les faits suivants, mentionnés par M. le Dr Baratier, médecin à Jeugny : Tantôt par ignorance, tantôt par intérêt et en pleine connaissance de cause. les bouchers des campagnes vendent aux paysans, faute de contrôle, beaucoup de viandes malades ou tarées. A la fraude de l'étalier patenté s'ajoute celle de l'éleveur, qui débite aux villageois la chair altérée des bêtes abattues par nécessité en cas de maladie ou d'accident. L'État doit, en conséquence, pourvoir

1. Benjamin. *Sur l'engraissement du gros bétail.* (Mémoires de la Société centrale de Médecine Vétérinaire pour 1849. T. III, série 1, Paris, 1856. p. 539-540).

à l'inspection des viandes destinées à l'alimentation. Il lui appartient de désigner pour chaque groupe de communes un vétérinaire chargé de défendre la santé publique et d'empêcher l'empoisonnement de s'étaler légalement[1].

La législation actuelle ne semble pourtant pas absolument désarmée à ce sujet. La *Loi sur l'organisation municipale du 5 avril 1884* (art. 97) prescrit aux maires de veiller à la salubrité des comestibles exposés en vente. Le *Décret du 22 juin 1882*, réglementant la police sanitaire des animaux, place les abattoirs publics et les tueries particulières (art. 90) ainsi que les ateliers d'équarrissage (art. 92) sous la surveillance permanente d'un vétérinaire chargé de constater les maladies contagieuses mises en évidence à l'abatage et de signaler les animaux infectés aux municipalités des lieux de provenance. En général, dans les rares abattoirs pourvus d'un tel *reporter* sanitaire cet agent a pour mission supplémentaire de saisir tous les animaux immangeables, que l'insalubrité de la viande soit due ou non à une affection contagieuse. Une attribution aussi limitée que ce *reportage* n'eût pas manqué d'amener des incidents déplorables comme le suivant : Un vétérinaire, préposé en 1871 à la recherche *exclusive* du *typhus* sur les animaux amenés à l'abattoir de Nancy, accepta un jour une bête qui creva d'une autre maladie quelques instants après ; questionné à ce sujet, il se borna à répondre *que l'animal n'ayant pas le typhus, il n'avait pas à s'en occuper*[2].

Voici une des raisons du manque de surveillance des autres abattoirs, des tueries et des clos d'équarrissage : L'État a bien prescrit l'inspection de ces établissements, mais il a omis d'en prévoir les frais et de les comprendre parmi les dépenses obligatoires des communes. Aussi les maires agissent avec l'imposition par trop platonique de ce service d'hygiène, comme certains bibliophiles avec leurs somptueuses bibliothèques où les volumes, respectueusement traités, ne quittent jamais les rayons où ils sont méthodiquement placés. Il s'ensuit que nos lois sanitaires, très rarement ou mal exécutées, ne servent guère que pour la parade, à l'instar de ces livres jamais consultés peut-être parce qu'il manque quelquefois une clé, sûrement parce que la volonté de lire fait toujours défaut.

On ne doit donc pas s'étonner des déclarations suivantes faites le 4 juin

1. A. Baratier. *L'alimentation au village*. In-8, 31 p. Paris, 1898. (Extrait de la Tribune médicale).
2. Lafontaine. *La question de l'abattoir de Nancy*. (Annales de la Société centrale d'Agriculture et du Comice de Nancy. T. II, 1er fasc., Paris 1874, p. 1 et suivantes).

1895, à l'Académie de Médecine, par MM. Brouardel, Cornil[1], Leblanc, Nocard, Trasbot et Vallin : la vérification sanitaire des viandes alimentaires n'a lieu que dans quelques villes, des grandes notamment, et elle y est souvent insuffisante ou défectueuse. Les abattoirs publics de beaucoup de communes populeuses ne sont pas astreints à la surveillance prescrite par le *Décret de 1882* et reçoivent des animaux malades de toute sorte. Il en est de même des tueries particulières où les bouchers, comme les charcutiers, sont les maîtres absolus et font ce qu'ils veulent. Ces commerçants tiennent énormément à conserver ces ateliers de toutes les fraudes où tout passe ; ils s'opposent énergiquement à ce qu'on les remplace par des abattoirs publics, et les municipalités ne résistent pas à leurs protestations intéressées dans la crainte de s'aliéner des électeurs influents.

Finalement l'Académie a adopté le vœu suivant, sur la proposition de M. Nocard : « *Toute viande destinée à l'alimentation publique ne peut être mise en vente et colportée que pourvue d'une estampille prouvant qu'elle a été reconnue saine par un inspecteur compétent ; l'inspection doit être faite partout, dans les villages comme dans les villes ; on peut l'organiser aisément et à peu de frais sur des bases analogues à celles qui sont adoptées en Belgique*[2] ».

Voilà plus de 3 ans que cette motion a été formulée sans que le Gouvernement ait paru s'en soucier. Malgré un nombre considérable de vœux analogues émis dans ces dernières années, par des Sociétés agricoles, médicales ou vétérinaires, des Congrès d'hygiène des Conseils généraux ou d'arrondissements, il ne semble pas avoir eu l'idée de prendre l'initiative d'un projet sur l'organisation demandée. Il aurait pourtant agi sagement en cherchant à tirer de l'oubli la proposition de loi sur les abattoirs, qui a été rapportée au Sénat par M. Brunet, à la Chambre par M. Leconte et M. Chavoix.

Pendant ce temps-là, la plupart des animaux abattus pour la boucherie ou l'équarissage et atteints de charbon, tuberculose, morve, clavelée, rouget, pneumo-entérite infectieuse, fièvre aphteuse, etc., ne sont pas signalés aux Municipalités des lieux d'origine, de sorte que chaque foyer initial d'infection se perpétue indéfiniment et en

1. M. le Dr Cornil, président du Conseil général de l'Allier, a déclaré à cette séance n'avoir pu pénétrer, en vue de recherches scientifiques et malgré les injonctions du maire, dans les tueries d'un chef-lieu de canton de ce département qui ne servent guère qu'à l'abatage des animaux malades, vaches hématuriques, charbonneuses, etc. (Progrès Médical du 8 juin 1895, p. 382).

2. Nocard. — *Les intoxications alimentaires et la surveillance sanitaire des viandes.* Discussion, etc. (Bulletin de l'Académie de Médecine, n° 22. Séance du 4 juin 1895, p. 579-592).

crée de nouveaux. La chair de ces bêtes malades est en outre livrée sans contrôle à l'alimentation, en plus des viandes dont l'insalubrité est due à d'autres affections.

Ces faits regrettables s'accordent très bien, il est vrai, avec la liberté commerciale, au mépris des graves dangers qui en résultent pour la santé des populations. Le public arrive bien à en connaître un certain nombre, après coup, grâce aux indiscrétions clairsemées de la presse ou des audiences correctionnelles. Les préfets, les conseils généraux, le Ministre de l'Agriculture et le Comité consultatif des épizooties de France en sont encore mieux instruits, car ils peuvent ajouter à ces informations celles des rapports annuels des vétérinaires départementaux. Malheureusement les pouvoirs publics ne songent point à tirer profit des renseignements fournis par ces documents, qui s'accumulent indéfiniment sans que jamais un compte rendu analytique en soit publié avec l'indication des résultats obtenus et de ceux à obtenir. Est-ce donc là une besogne si difficile ? Peut-être en France ; non en Prusse où le Gouvernement connaît à une unité près et publie le nombre des abattoirs publics, des animaux sacrifiés, des maladies constatées et des saisies opérées dans ces établissements. En France, le Ministère de l'Agriculture est loin de posséder de pareils dossiers et plus d'une préfecture serait dans l'impossibilité de fournir en 24 heures la liste exacte, je ne dis pas des tueries particulières, mais des abattoirs communaux de son ressort.

Je me propose de faire connaître ici, au point de vue du contrôle sanitaire, la situation de ces deux sortes d'établissements dans plusieurs départements, le plus souvent d'après des documents officiels, notamment d'après des rapports annuels de divers vétérinaires délégués, chefs des services départementaux des épizooties.

Seine. *1884 à 1898*[1].

Le département comprend en 1898 3 abattoirs publics à Paris (La Villette, Vaugirard, Villejuif), et 5 en banlieue (Boulogne, Choisy, Levallois, Saint-Denis, Vincennes). En 1891, on comptait plus de 500 tueries particulières suburbaines, inspectées une fois au moins par quinzaine *(R. Villain 1891)*[2]. En 1892, ces établissements si dangereux, au nombre de 465, étaient à peu près dépourvus de contrôle

1. *a.* Villain. *Rapports sur l'inspection des viandes de Paris et des communes suburbaines*, in-4° 1884, pp. 19, 32, 33, 35 ; in-4° 1887, p. 25 ; in-4° 1891, pp. 16, 17, 19, 31, 49. — *b.* Duprez. *Rapport sur le service vétérinaire de Paris et de la Seine en 1896*. Paris 1897, pp. 70, 71, 81.

2. M. Trasbot désire comme M. Villain la suppression des tueries de la Seine, car beaucoup de faits répréhensibles y passent inaperçus, malgré la surveillance intermittente des inspecteurs. *(Bulletin du Grand Conseil des Vétérinaires de France*. Session de 1896, p. 25).

et les marchés suburbains n'étaient jamais inspectés régulièrement ; la plupart des tueries de banlieue, y compris celle des chevaux à Pantin, étaient propices aux abatages clandestins, le soir ou la nuit, à l'abri des regards indiscrets[1].

En 1892, certains bouchers suburbains se procuraient des chevaux morts ou abattus à la suite de maladie, et les introduisaient à Paris vidés, mais encore recouverts de la peau, en les déclarant destinés à l'équarrissage. Grâce à ce subterfuge, ils obtenaient de l'octroi un laissez-passer les affranchissant de l'inspection des viandes foraines et ils livraient ces cadavres à très bon marché à des maisons spéciales qui en fabriquaient des saucissons pour l'alimentation humaine[2].

En 1896, les bouchers et charcutiers de la banlieue exploitaient 484 tueries particulières ; elles ont été inspectées plusieurs fois par mois, bien que la totalité inscrite des visites annuelles ne s'élève qu'à 3.195, soit 6 à 7 pour chaque établissement *(R. Duprez 1896)*.

Le 25 janvier 1897, à l'Ecole vétérinaire d'Alfort, on servit à déjeuner du saucisson divisé en rondelles, dont tous les élèves mangèreut sauf un seul. Celui-ci soumit, à l'examen du chef des travaux de police sanitaire, la part qui lui était échue et sur les deux faces de laquelle il avait remarqué des tachés grisâtres arrondies, tranchant sur le fond rougeâtre du voisinage. M. Lignières reconnut que cette partie anormale était du tissu ganglionnaire rempli de bacilles de Koch très nets, mais tués par la cuisson. Une surveillance rigoureuse des livraisons du charcutier fournisseur de l'École d'Alfort permit quelques jours plus tard de saisir un jambon dont le ganglion poplité était hypertrophié et tuberculeux[3]. On apprit alors que, la semaine précédente, un porc égorgé dans la tuerie privée annexée à la charcuterie avait présenté une hypertrophie ganglionnaire généralisée, à laquelle le fournisseur n'avait pas attaché d'importance et qu'il n'avait pas songé à croire tuberculeuse, en raison de l'embonpoint et de la bonne santé apparente de l'animal. La production d'un fait aussi grave chez un charcutier consciencieux, dit M. Nocard, prouve une fois de plus combien les tueries particulières sont dangereuses, en raison de l'impossibilité où l'on se trouve de les faire inspecter effectivement, et combien est justifiée la campagne menée en faveur de la suppression de ces établissements[4].

Les Halles Centrales de Paris sont le réceptacle des viandes insalubres de la province, provenant d'animaux malades ou morts qui ne peuvent trouver un débit facile dans les localités d'origine (*R. Villain, 1884-1887-1891)*. Il serait plus exact de dire que la Capitale reçoit le surplus de la consommation provinciale de chairs

1. Barrier et Fourest. *Projet de réorganisation des services sanitaires vétérinaires de Paris et de la banlieue.* Rapport présenté au Conseil général de la Seine en 1894, p. 19-20, p. 62.

2. Barrier. *Proposition relative à l'introduction dans Paris de viandes provenant de chevaux morts de maladie.* (Procès-verbaux des délibérations du Conseil général de la Seine, 1re et 2e Sessions de 1896. Séance du 30 mars, p. 89-91).

3. En 1884, mon ami Nallet, vétérinaire militaire aujourd'hui décédé, a fait une constatation analogue à la cuisine d'un régiment de dragons. Dans un morceau de œuf cuit sortant de la marmite, il a trouvé un énorme ganglion tuberculeux. X. *L'alimentation dans l'armée in* Semaine Vétérinaire, 9 octobre 1892, p. 646-649. — Thomas Grimm. *La viande des soldats, in* Petit Journal du lundi 31 octobre 1892. - Gervais. *L'alimentation dans l'armée,* in-8° Paris 1894, p. 15).

4. Nocard et Lignières. *Produits tuberculeux incorporés dans un saucisson.* (Bulletin de la Société centrale de Médecine Vétérinaire, 30 janvier 1898, p. 71-72.)

malsaines. Ici j'ouvre une parenthèse pour declarer que, malgré l'énormité de cet excédent et contrairement à certaines affirmations, des quantités considérables de viandes insalubres sont mangées dans les petites localités des départements. MM. Garnier[1], Trasbot, Villain admettent que les animaux malades, sacrifiés dans les tueries particulières rurales ou au domicile des éleveurs des villages, sont tous expédiés à Paris ou dans d'autres villes, au lieu d'être débités et consommés sur place. A la campagne, disent-ils, tout le monde se connaît, s'épie, sait ce qui se passe, est informé de la mort ou des maladies des bestiaux, voit les animaux destinés à être abattus et les viandes introduites dans les étaux ; les bouchers y sont obligés de vendre bon dans leur propre intérêt pour conserver leur clientèle. Les personnes, véritablement au courant des usages villageois, ne peuvent se ranger à ces opinions que sous bénéfice d'inventaire.

Les viandes foraines sont envoyées à Paris avec toutes sortes de précautions destinées à en cacher l'état d'insalubrité. A cet effet les parties les plus altérées et susceptibles d'attirer l'attention des inspecteurs sont enlevées, notamment la tumeur du charbon symptomatique, les plèvres et le péritoine chargés de tubercules, etc. Un animal crevé ou malade est partagé en plusieurs lots et expédié à autant de facteurs différents des Halles Centrales, trois par exemple, pour en entraver la reconstitution par le groupement des divers morceaux *(R. Villain 1884-1887 et 1891)*. En 1896, malgré toutes les ruses des expéditeurs sans scrupule, les inspecteurs ont saisi aux Halles Centrales, en chiffres ronds, 84,000 kilogr. de bœuf, 28,000 kilogr. de veau, 21,000 kilogr. de mouton, 6,000 kilogr. de chèvre et 60,000 kilogr. de porc. *(R. Duprez 1896)*. En 1885-86 et 1888-89-90, 35 cas de fièvre charbonneuse y ont été constatés sur des viandes provenant des départements suivants : Allier, Aube, Calvados, Cher, Côte-d'Or, Eure, Eure-et-Loir, Indre-et-Loire, Loiret, Orne, Sarthe, Seine-Inférieure, Seine-et-Marne, Seine-et-Oise, Deux-Sèvres, Vienne, Vosges, Yonne ; plusieurs *forts* de la Halle ont contracté la pustule maligne après avoir manipulé ces chairs, et quelques-uns ont succombé à l'infection bactéridienne *(R. Villain 1886 et 1890)*. Ces saisies de tant de provenances de divers points de la France prouvent combien sont dangereuses les tueries de nos différents départements qui ne craignent pas d'expédier à Paris des viandes pourries, trop jeunes, ou des chairs d'animaux atteints de charbon, tuberculose, ladrerie, étisie, hydroémie, cachexie, septicémie, fièvre intense et prolongée, surmenage, etc.

Aube. *1891 à 1898*

Sur 446 communes, 13 ont un abattoir public. 135 bouchers et 23 charcutiers sont répartis dans 98 communes n'ayant que des tueries particulières. Une surveillance vétérinaire existe dans les abattoirs publics de Troyes, Bar-sur-Aube, Bar-sur-Seine, Nogent-sur-Seine, Romilly-sur-Seine, Vendeuvre et Sainte-Savine. Complète à Troyes[2], etc., elle est rudimentaire ou insuffisante dans quelques-uns des établissements précités.

1. L. Garnier. a. *L'inspection des tueries particulières*, b. *Les tueries particulières et les vétérinaires*. (Presse Vétérinaire. *a.* 31 mars 1897, p. 81-82 ; *b.* 31 janvier 1898, p. 10-12).

2. En 1897, à l'abattoir de Troyes, pour un abatage annuel de 103 bœufs, 251 taureaux, 3,931 vaches, 8,657 veaux, 10,792 moutons, 92 chèvres, 708 chevreaux, 10,942 porcs, 976 chevaux, 32 ânes ou mulets, il y a eu pour différents motifs 212 saisies totales portant sur 1 bœuf, 3 taureaux, 37 vaches, 11 veaux, 28 moutons, 29 chevreaux,

Arcis-sur-Aube, chef-lieu d'un arrondissement envahi par la tuberculose bovine et souvent alimenté par de mauvaises viandes[1], perçoit des droits relativement élevés sur les bouchers sans soumettre son abattoir public à la surveillance d'un vétérinaire (il y en a un dans la commune même). En janvier 1897, le maire reçut à ce sujet par l'intermédiaire du Préfet une plainte de la Société Vétérinaire de l'Aube. Le 12 février, le Conseil municipal émit la résolution suivante à titre de réponse : « *La ville d'Arcis n'est pas assez riche pour faire les frais d'une inspection permanente de son abattoir. Comme par le passé, un vétérinaire sera requis par le commissaire de police pour visiter tout animal qui semblera suspect au* FERMIER *de l'établissement* ». Les auteurs de cette décision ne semblent pas s'être doutés que ce *fermier*, cumulant, paraît-il, sa perception avec le métier d'abatteur et de tripier, manque autant de compétence pour reconnaître les animaux suspects que d'indépendance envers les bouchers avec lesquels il serait en relations commerciales.

La plupart des tueries particulières, sinon toutes, ne subissent jamais d'inspection. Beaucoup servent à préparer des viandes insalubres qui sont consommées dans la localité ou colportées dans les communes environnantes, introduites frauduleusement dans les villes voisines ou expédiées dans des centres éloignés. Plusieurs ateliers d'équarrissage sont le point de départ d'un trafic analogue. Divers équarrisseurs, bouchers, etc., ont été condamnés correctionnellement pour avoir expédié des viandes de ce genre à Paris ou pour en avoir introduit et mis frauduleusement en vente à Troyes. Mais combien d'autres faits semblables sont restés impunis !

Je cite un exemple : En 1897, R. boucher *régulier* de campagne, tenancier d'un étal avec tuerie particulière autorisée, mais non inspectée, tue chez lui une vache tuberculeuse et, le 9 mars, en introduit à Troyes les deux *épaules* et les deux *collets* qui sont estampillés faute de lésion apparentes à l'inspection. Le 10 mars, il me présente les deux quartiers de derrière que je fais dénaturer après y avoir découvert des tubercules dans des ganglions sous-lombaires et sur un fragment de plèvre. Le surlendemain, malgré le raclage frauduleux de la plèvre, je constate sur les parois pectorales, saisies chez R. par la gendermerie, de nombreux tubercules sur des débris pleuraux ainsi que dans plusieurs ganglions prépectoraux, sus-sternaux

34 porcs et 69 chevaux ; il y a eu en outre un grand nombre de saisies partielles. La tuberculose a été constatée sur 224 animaux soit 2 bœufs, 10 taureaux, 197 vaches, 7 veaux, 8 porcs.

1. En mai 1891, la police saisit à la gare d'Arcis un colis de viande expédié à Paris par le boucher S. et provenant d'une vache très maigre abattue chez le boucher M. à Pouan, village voisin, où fut retrouvée ensuite une partie des viscères avec une tuberculose pulmonaire très étendue. Le 19 juin. S. déclara au tribunal d'Arcis *être allé à Pouan pour empêcher ses clients de croire qu'il tuait des bêtes très maigres et n'avoir rapporté chez lui, à Arcis, « que le cœur et le foie qui ne se vendent pas »*. Il fut condamné à une amende. — Le 7 septembre 1894, un jugement du tribunal d'Arcis, relatif à une infraction à la police des chemins de fer, révéla incidemment que des sacs de viande *suspecte* étaient expédiés d'une gare du canton de Méry (art. d'Arcis) pour le compte d'un saucissonnier troyen. Celui-ci venait de faire un mois de prison à Troyes pour complicité de vente de *viande corrompue* à la troupe, après avoir livré au fournisseur militaire quantité de marchandises analogues provenant clandestinement de l'arrondissement d'Arcis. — Le 10 janvier 1896, un équarrisseur était condamné à 6 jours de prison par le tribunal d'Arcis pour avoir vendu dans cette ville de la viande de vache crevée, qui avait causé de violentes coliques à plusieurs personnes.

et sous-dorsaux. Le 4 mai, R. fut condamné pour ce délit à 15 jours de prison et 50 francs d'amende, malgré les certificats par lesquels plusieurs maires de sa région attestaient *l'avoir toujours vu vendre de l'excellente viande*. Depuis longtemps la rumeur publique accusait R. d'abattre à son domicile des bêtes tarées, malades, tuberculeuses, etc., dont il entrait à Troyes la totalité ou une partie de la viande par des artifices divers. A plusieurs reprises, à l'abattoir de cette ville, on lui a saisi, pour différents motifs d'insalubrité, des quartiers et des morceaux d'animaux tués chez lui et dont le reste non présenté dans cet établissement avait dû être consommé quelque part.

En septembre 1897, R. introduit à Troyes et me fait visiter la moitié gauche, la région lombo-fessière droite et l'*abat* (moins le poumon et le foie) d'une vache grasse tuée chez lui. Il me remet le certificat d'un vétérinaire en attestant l'état sain. Cette pièce exigée pour les viandes foraines présentées à Troyes est absolument sans valeur dans l'occurence : je constate une tuberculose ganglionnaire étendue du préscapulaire et de l'ischiatique gauches un peu moindre dans un iliaque, un supra-pharyngien et un rétro-pharyngien. N'est-ce pas là une démonstration suffisante de la nécessité non seulement d'inspecter les tueries rurales, mais encore de les inspecter sérieusement ?

Dans ses *rapports sur le service des épizooties dans l'Aube de 1891 à 1896*, le vétérinaire délégué rend compte à l'administration préfectorale que la plupart des tueries particulières ne sont jamais inspectées et que pour le reste, fort minime, le contrôle est très intermittent en raison de l'insuffisance des allocations [1]. Aussi, ajoute-t-il, servent-elles à l'abatage d'animaux atteints ou suspects de tuberculose et de diverses autres maladies, dont les viandes malsaines sont consommées sur place quand elles ne sont pas introduites clandestinement dans les villes voisines ou expédiées à Paris. Pour remédier à cet état de choses, le vétérinaire départemental a proposé en 1895-1896-1897 d'imposer à chaque tuerie particulière deux inspections par mois effectuées, à des intervalles irréguliers et indéterminés, par des vétérinaires qui adresseraient un rapport mensuel à la Préfecture. Ces visites seraient à la charge du boucher qui paierait à la Municipalité une taxe fixée par le Conseil municipal et approuvée par l'autorité supérieure. En cas de refus de paiement, la tuerie serait immédiatement fermée.

Le 1er août 1897, la *Société Vétérinaire de l'Aube* adressait à tous les Conseils généraux de France une lettre accompagnée d'une pétition précédemment remise à la Chambre des Députés. Elle les priait d'appuyer les vœux qu'elle y formulait en faveur d'une loi, qui imposerait à toutes les communes l'obligation de soumettre à une inspection sanitaire les abattoirs publics ou particuliers et les clos d'équarrissage. Ces vœux furent l'objet d'un vote favorable du Conseil général de l'Aube le 18 août 1897, après une longue discussion dont voici le résumé :

M. le Dr Compérat demande l'inspection obligatoire des tueries pour empêcher le débit des mauvaises viandes dans les campagnes. M. de Bantel n'en veut point, parce qu'elle coûterait trop cher non seulement aux bouchers, mais encore aux cultivateurs tuant des animaux en commun pour leur alimentation, et parce que les bêtes malades sont plutôt tuées dans les villes que dans les campagnes [2]. M. le

1. Une intermittence de plusieurs années probablement, sans compter que ce rarissime contrôle a pu s'exercer dans des locaux absolument vides de viandes.

2. En avril 1898, un veau gras tuberculeux fut séquestré pour être stérilisé à l'abattoir de Troyes. Après avoir vainement demandé l'estampillage, le vendeur, gros cultivateur de l'arrondissement, m'avoua qu'il ne mangerait pas de cette viande ;

Préfet trouve les maires suffisamment armés légalement pour l'organiser, mais animés d'une indifférence regrettable à ce sujet. Il ne peut intervenir, car la loi ne lui permet pas de créer l'inspection d'office et ne lui donne point les moyens d'en faire payer la dépense. S'il laisse sans inspection les anciennes tueries, il n'autorise plus les nouvelles qu'autant que les sollicitants s'engagent à payer les frais d'inspection [1]. Selon les désirs de MM. les Ds Théveny et Martinet, de M. Mony, il chargerait volontiers les vétérinaires d'inspecter les boucheries quand leurs clients les appellent dans des communes où il en existe, s'il disposait d'un crédit pour les rétribuer. Le Conseil général n'admet pas que cette rétribution soit au compte du département.

DOUBS. *1891 à 1897* [2]

L'inspection sanitaire, décidée en principe par le Conseil général, n'existe pas dans les tueries particulières. Une *Circulaire préfectorale du 5 octobre 1891* a invité les maires à l'organiser, mais la plupart s'y sont refusés en prétextant le manque de ressources budgétaires ou en faisant la sourde oreille. Cette inspection n'aura lieu que lorsqu'elle sera imposée d'office aux municipalités récalcitrantes, et qu'un crédit *ad hoc* sera inscrit aux budgets communaux. Au lieu de vendre leurs bêtes atteintes ou soupçonnées de tuberculose à destination d'un abattoir inspecté où elles seraient saisies, les éleveurs de la montagne les tuent pour leur propre compte afin d'en vendre la viande à leurs voisins ou d'en faire des salaisons dites *brésil*. Les cultivateurs de la plaine détournent également des abattoirs surveillés leurs animaux tuberculeux ou suspects ; ils en livrent considérablement à vil prix à des bouchers qui les sacrifient dans les tueries particulières et en débitent la chair non contrôlée.

Beaucoup de propriétaires font tuer *in extremis*, le plus secrètement possible, leurs bovins affectés de charbon symptomatique, puis se bornent à en jeter au fumier les viscères et la tumeur charbonneuse ; pour pouvoir plus facilement en livrer la viande à la consommation publique, ils répandent le bruit que l'abatage a été nécessité par une fracture osseuse ou un *coup de sang*. En 1892, à Verrières (arrondissement de Pontarlier) et en 1893 à Etupes (arrondissement de Montbéliard), deux vétérinaires sanitaires sont arrivés juste à temps pour faire enfouir une vache et une génisse atteintes de fièvre charbonneuse, que des cultivateurs venaient de faire tuer et dont ils allaient vendre la chair au public. Huit jours auparavant, à Etupes, le propriétaire de la génisse avait livré à la consommation la viande d'une vache charbonneuse abattue après 5 heures de maladie.

Par mansuétude, négligence ou complicité, les maires ruraux tolèrent ou auto-

mais il me déclara qu'à l'avenir, il n'enverrait plus de bêtes à l'abattoir de la ville et que, *pour éviter la saisie*, il ferait tuer ses animaux pour son compte, dans son pays, afin d'en vendre la viande à Aix-en-Othe (localité *non inspectée*, peuplée de 2.670 habitants).

1. Dans un *arrêté préfectoral*, pris le 9 avril 1895 pour la tuerie d'un charcutier de Chaource, je trouve des clauses qui peuvent être ainsi résumées : *La tuerie sera soumise à la surveillance* PERMANENTE *de M. X..., vétérinaire, qui fera au moins* 12 VISITES *par an. Les honoraires annuels fixés à 50 francs seront à la charge de l'exploitant de la tuerie.*

2. LARMET. *Rapports sur le service sanitaire vétérinaire du Doubs, de 1891 à 1897. (Conseil général du Doubs. Sessions d'août.* RAPPORTS DU PRÉFET ET ANNEXES. Besançon. — 1892, p. p. 459-461, 465-467. — 1893, p. p. 458, 466-467. — 1894, p. 573. — 1895, p. p. 571-575. — 1896, p. p. 541, 545, 546. — 1897, p. p. 569-572).

risent le débit de viandes malsaines provenant de bêtes malades égorgées à la dernière extrémité, de vaches mortes pendant ou après le vêlage, de bovins tuberculeux ou charbonneux, etc., abattus sans inspection vétérinaire, accompagnés parfois d'un certificat de santé délivré par un empirique complaisant ou ignorant, achetés à vil prix par des bouchers interlopes. Ces viandes sont colportées dans les villages et généralement achetées par les habitants les plus pauvres; elles servent aussi à fabriquer des saucisses ou des salaisons qui sont vendues un peu partout, même aux charcutiers des villes. En 1896, plusieurs bouchers des environs de Montbéliard ont fourni à la troupe des viandes d'animaux malades dont quelques-uns avaient été payés 50, 30 et même 10 francs. Tous ces faits démontrent la nécessité d'organiser l'inspection des tueries particulières et de créer des abattoirs intercommunaux (1894). Une loi devrait imposer l'inspection des abattoirs et interdire la circulation de toutes viandes non revêtues de l'estampille sanitaire d'un vétérinaire inspecteur (1897)[1].

Gironde. *1895-1896-1897*[2]

Tous les abattoirs des grands centres et notamment de chefs-lieux d'arrondissement sont inspectés par des vétérinaires. Cette inspection manque dans les tueries particulières, parce que les municipalités refusent d'en payer la dépense. Les communes pourraient cependant l'organiser aisément sans frais. En effet, l'autorisation préfectorale n'est accordée aux tueries qu'à condition qu'elles soient inspectées, et elle peut être retirée faute d'exécution de cette clause. Les inspecteurs recevraient des municipalités qui les nommeraient une rétribution, perçue à la tête ou au poids des animaux abattus, sur les tenanciers des établissements précités. Toutes les tueries, dont les exploitants refuseraient de payer la taxe, seraient fermées pour manque de surveillance et ne serviraient plus, comme actuellement, à l'abatage clandestin de tant de viandes mauvaises et souvent nuisibles, qui sont vendues à la campagne ou introduites frauduleusement dans les villes.

Nièvre. *1893 à 1896*[3]

Dans plusieurs communes même populeuses, notamment à Pougues (1893) et Guérigny (1894), les abattoirs publics sont dépourvus d'inspection vétérinaire malgré qu'ils aient été parfois édifiés à grands frais[4]. Les tueries particulières ne sont pas surveillées et constituent de véritables foyers d'infection très dangereux

1. Dans la nuit du 25 au 26 juin, vers 3 heures du matin, le service d'octroi de Pontarlier a saisi, malgré les menaces et les coups, deux voitures chargées de viandes et lancées au grand trot que le boucher G.., fournisseur actuel des troupes aux écoles à feu, essayait d'entrer en ville à l'aide de ses garçons. Cette viande, reconnue impropre à la consommation par le vétérinaire municipal, a été enfouie. (Petit Parisien du 30 juin 1898. — La Franche-Comté, Besançon, 1er juillet. — L. Est Républicain, Nancy, 1er juillet).

2. Duluc. *Rapports sur les épizooties dans la Gironde.* 1895-96 et 1896-97 *(Conseil général de la Gironde. Sessions d'août.* Rapports du Préfet et annexes. 1896 pp. 473-474; 1897 pp. 480-481).

3. Guerrin. *Rapports sur la police sanitaire des animaux*, de 1893 à 1896. (R. 1893. In-8° Nevers 1894, p. 10 et 11. — *Conseil général de la Nièvre. Sessions d'août.* Rapports du Préfet et annexes 1895, pp. 755, 761. — 1896, pp. 765, 786-788. — 1897, pp. 742, 750, 751.)

4. L'abattoir public de Lucenay-les-Aix n'est pas inspecté en 1898. (V. p. 11, note 2 de ce travail.

pour la santé publique, tant au point de vue de l'alimentation que de l'hygiène générale : à la suite de honteux trafics entre bouchers et éleveurs peu scrupuleux, un grand nombre de bêtes malades ou douteuses, d'animaux atteints ou suspects de charbon, de tuberculose, etc., y sont sacrifiés sans aucun empêchement de la part des municipalités insouciantes de leurs devoirs en matière de salubrité. Dans les abatoirs publics inspectés, la tuberculose ne se remarque guère que sur des animaux offrant toutes les apparences de la santé sur pied. En 1896, 85 bovins provenant de 76 étables de la Nièvre ont été reconnus tuberculeux dans divers abattoirs publics inspectés de la région et d'ailleurs, notamment à celui de la Villette à Paris. Quel nombre faudrait-il ajouter à ce chiffre, si l'on découvrait tous les cas semblables actuellement cachés dans les tueries et les abattoirs non contrôlés du département ? Il serait certainement très élevé, car la tuberculose est fort répandue dans la Nièvre. Ainsi, en 1895, la tuberculinisation a permis à MM. Moreau et Marchand d'en reconnaître 9 cas, dans une étable de 29 vaches du canton de Saint-Benin-d'Azy, et 14 dans une étable de 15 vaches des environs de Decize. Tous les animaux qui tombent malades dans un grand rayon autour de Saint-Léger, sont abattus dans les tueries privées de cette commune. La viande en est ensuite vendue dans deux centres ouvriers populeux du voisinage, Decize et La Machine. Il faudrait installer un abattoir public inspecté à Saint-Léger ou contraindre les bouchers de cette localité à aller tuer leurs animaux à l'abattoir de Decize situé à 2 kilomètres de leur résidence. On voit, au milieu de la ville de Lormes, 5 tueries fort mal tenues qui répandent une odeur insupportable. La plupart des empiriques engagent leurs clients à vendre leurs bêtes *gâtées* ou tuberculeuses, atteintes ou suspectes d'une maladie quelconque, à des bouchers de campagne opérant dans des tueries particulières. Les paysans ne se font aucun scrupule de débiter eux-mêmes, et par n'importe quel moyen, la viande de leurs vaches malades. Ne consultant que leur intérêt particulier, ils n'hésitent pas à faire abattre et à préparer pour la consommation leurs bovins prêts à succomber à la fièvre charbonneuse, sans se soucier des dangers parfois mortels inhérents aux manipulations et à l'ingestion de la viande de ces animaux. Pour obliger tous ces trafiquants à envoyer à l'équarrissage les bêtes livrées actuellement à l'alimentation, il faudrait qu'un vétérinaire fût chargé, aux frais des municipalités incapables de supporter les dépenses d'une surveillance régulière, de visiter souvent et à l'improviste les abattoirs non contrôlés, les tueries privées ainsi que les boucheries approvisionnées par ces établissements.

Cher. *1894 à 1895*

L'inspection des abattoirs publics et des tueries particulières serait très utile, mais elle est très difficile à organiser. Elle ne serait réellement efficace que s'il était absolument interdit de sacrifier un animal, pour un motif quelconque, en dehors des abattoirs, tueries et clos d'équarrissage. En effet, les propriétaires, qui désirent soustraire leurs bêtes aux conséquences d'un examen sanitaire, n'ont qu'à les tuer chez eux ; la législation actuelle n'y met aucun obstacle [1]. A l'abattoir de Sancoins, la *Société des abattoirs municipaux de France* a payé les frais d'inspection pendant quelques années, puis elle a obtenu du maire la suppression de cette inspection, tout en maintenant au même taux les droits d'abatage [2].

1. *Conseil général du Cher. Sessions d'août.* Rapports du Préfet. 1895, p. 98 ; 1896, p. 120.

2. Gourlier. *Abattoirs.* (Bulletin de la Société de Médecine-Vétérinaire des départements du Centre. 15 mai 1898. 17e année. Nevers, 1898, p. 261-262).

SAONE ET-LOIRE. *1891 à 1896* [1]

Sauf à Mâcon, où l'inspection a lieu chaque jour matin et soir, les abattoirs publics manquent complètement de contrôle ou en subissent un qui, faute d'être journalier, est irrégulier et même dérisoire. Les tueries particulières ne sont pas surveillées. Tous les jours, des bouchers peu ou point inspectés abattent librement et débitent sans scrupule des animaux tuberculeux, des sujets émaciés propres à l'équarrissage ; beaucoup d'éleveurs se débarrassent de ces bêtes auprès des courtiers approvisionnant les fournisseurs de l'armée On excuse ces abus en alléguant que les chairs des bestiaux tuberculeux sont rendues inoffensives par la cuisson, mais on oublie de dire qu'un chauffage à 100° C. produit seul l'innocuité et que la plupart de ces viandes ne sont pas cuites dans de semblables conditions. L'inspection des abattoirs et des tueries s'impose, à la ville comme à la campagne, pour mettre un terme à de honteux trafics qui menacent de plus en plus la santé publique.

HAUTE-SAVOIE. *1892 et 1896* [2]

Certains abattoirs publics ne sont pas inspectés. Beaucoup de tueries particulières se trouvent dans le même cas, notamment dans la ville de Saint-Julien (habitée par un vétérinaire et n'ayant pas d'abattoir communal) ainsi que dans la région environnante. Les éleveurs, les maquignons et les bouchers y envoient ou y tuent des bêtes malades, atteintes de tuberculose même avec étisie, dont les viandes sont livrées à la consommation malgré les lésions constatées à l'abatage. Certains bouchers de villes à abattoirs inspectés tuent à la campagne leurs bêtes suspectes de tuberculose. Si la maladie est reconnue à l'abatage, ils salent ou rendent le cadavre au vendeur ; en cas contraire, ils l'introduisent en ville comme viande foraine.

En 1889, à Arthaz-Pont-Notre-Dame, la pustule maligne fit mourir une femme, qui avait mangé un bifsteack saignant coupé sur un bœuf charbonneux, et faillit amener la mort de deux hommes qui avaient *habillé* l'animal. Le débit des animaux atteints de tuberculose, charbon et autres maladies ne peut être empêché que par l'installation d'un abattoir public, inspecté par un vétérinaire, dans chaque ville ou bourg important et chaque chef-lieu de canton. Dans les régions manquant de vétérinaires, ces établissements pourraient être surveillés provisoirement par des personnes intelligentes suivant des instructions spéciales. Ces personnes aviseraient le vétérinaire sanitaire de la circonscription, dès qu'elles constateraient un état anormal des organes.

SEINE-INFÉRIEURE. *1893 à 1896* [3]

L'inspection régulière des abattoirs publics n'existe qu'à Dieppe, le Havre et

1. CHARVET. *Rapports sur le service des épizooties en Saône-et-Loire de 1891 à 1897. (Conseil général de Saône-et-Loire. Sessions d'août).* RAPPORTS DU PRÉFET ET ANNEXES. 1892, p. 327 ; 1893, p. 370 ; 1894, pp. 283 et 294 ; 1895, p. 306 ; 1896, pp. 276, 277 ; 1897, pp. 335, 351, 352.

2. VINDRET. *Rapports sur le service des épizooties en Haute-Savoie*, en 1892 *a)* et 1896 *b*. — a). In-8. Annecy, 1893, p. 10-11. — b). *Conseil général de la Haute-Savoie. Session d'août 1897.* RAPPORT DU PRÉFET ET ANNEXES, p. 380-383.

3. PHILIPPE. *Rapports sur le service des épizooties dans la Seine-Inférieure en 1893 et 1895. (Conseil général de la Seine-Inférieure. Session d'août*, RAPPORTS DU PRÉFET ET ANNEXES. 1894, p. 356 ; 1896, p. 344 et 384). — VEYSSIÈRE. *Rapport sur le service des épizooties dans la Seine-Inférieure* en 1896. In-8. Rouen, 1897, p. 31-34 ; p. 61-69.

Rouen. Elle serait facile à organiser à Caudebec-les-Elbeuf, Elbeuf et Bolbec[1], si les municipalités le voulaient. Les tueries particulières continuent à échapper à tout contrôle ; elles servent de débouchés aux animaux malades, et les cas de tuberculose n'y sont qu'exceptionnellement déclarés par les intéressés. La plupart des éleveurs utilisent pour la boucherie leurs animaux pris de *coup de sang* (*charbon bactéridien*) : A cet effet, ils les saignent avant qu'ils périssent ou même après la mort, et se hâtent de retirer les viscères des cadavres pour empêcher les chairs de *tourner*. Ces viandes charbonneuses sont consommées dans le département ou expédiées à Paris. Le 24 décembre 1893, un boucher de la Seine-Inférieure a succombé à une pustule maligne qu'il avait contractée en dépeçant, pour le compte d'un éleveur, un bœuf mort de la fièvre charbonneuse. En 1896, la viande d'un taureau crevé de la même maladie à Tôtes a été saisie à Paris, aux Halles Centrales, où elle avait été expédiée, et trois autres bovins charbonneux ont été préparés pour la boucherie à Fontenay, Saint-Jean-de-Folleville et Saint-Aubin-Routot.

Vosges. *1891 à 1896*[2]

Excepté à Epinal et à Saint-Dié, où un vétérinaire est spécialement chargé du contrôle sanitaire des viandes, il n'y a pas d'inspection permanente des abattoirs publics. Dans certains de ces établissements, le vétérinaire passe à peine une fois par jour et n'examine qu'une partie de la viande, le reste étant déjà enlevé pour la vente. Dans d'autres, il fait des visites encore plus intermittentes, en raison des honoraires dérisoires qui lui sont alloués, et ne voit qu'une très faible quantité des animaux abattus[3]. Ailleurs, il ne se rend à l'abattoir que dans les cas *très graves* ou *douteux*, qui le font mander par le concierge ou le préposé de l'octroi. En 1896, à Neufchâteau, il n'y a été appelé que 12 fois par le concierge-surveillant de l'établissement, ce qui fait une visite par mois pour 1400 gros bovins et 1600 veaux sacrifiés en 365 jours. Les concierges et les préposés n'offrent pas de garanties suffisantes de compétence ; aussi, malgré leur honnêteté, ils laissent passer des viandes malsaines, et celles-ci sortent d'autant plus facilement que les bouchers entravent les constatations d'insalubrité en faisant disparaître une partie des lésions morbides[4]. Par une économie mal comprise, des abattoirs publics sont dépourvus de

1. En 1897, à Bolbec, les bouchers ont refusé en masse de tuer à l'abattoir municipal, sous prétexte que les droits y étaient trop élevés, et cette grève a été suivie de l'introduction clandestine dans la commune de nombreuses mauvaises viandes abattues hors ville. (*La question des abattoirs à Bolbec*. Bulletin de la Société de Médecine-Vétérinaire pratique. 1897, p. 165-167).

2. Lapicque. *Comptes-rendus sur les épizooties dans les Vosges de 1891 à 1896. (Conseil général des Vosges. Sessions de mars.* Rapports du Préfet et annexes. 1892, p. 85 ; — 1893, p. 78, 81, 82 ; — 1894, p. 80-84 ; — 1895, p. 94-96 ; — 1896, p. 77-78 et p. 82-84 ; — 1897, p. 79-84).

3. Au courant des habitudes du vétérinaire qui, faute d'allocation suffisante, ne passe qu'une ou deux fois par jour dans les abattoirs dépourvus d'une surveillance constante, les bouchers peuvent abattre et enlever avant ou après la visite les animaux qu'ils craindraient de voir refuser. Ne pourrait-on, dans ce cas, rendre obligatoire la marque sur la viande, opérée par le vétérinaire au moyen d'un timbre indiquant que la viande a été visitée et reconnue saine *(C. R. de 1895)*.

4. On ne peut accorder grande confiance aux concierges des abattoirs, car ils ont des rapports trop intimes et trop suivis avec les bouchers. Le vétérinaire n'est appelé dans certains de ces établissements, par le surveillant ou le préposé d'octroi, que 10 ou 15 fois par an en moyenne, c'est-à-dire quand les lésions sont par trop apparentes *(C. R. de 1895)*.

surveillance vétérinaire, même quand des communes où ils sont situés sont habitées par des vétérinaires. Ceux-ci ne vont alors dans ces établissements que par hasard et très rarement, notamment à l'occasion d'un différend commercial ou à la suite d'une dénonciation contre un boucher.

Les tueries particulières ne sont nullement surveillées ; elles servent, surtout dans les campagnes, à l'abatage de tous les animaux douteux pour une cause quelconque atteints ou suspects de maladies contagieuses, mourants ou déjà morts, dont les chairs sont débitées sur place ou aux environs, soit expédiées dans les villes à l'état de viandes foraines ainsi que sous forme de saucissons.

En général, dans les abattoirs publics, les saisies pour tuberculose portent presque exclusivement sur des animaux en bon état et ne présentant de leur vivant aucun indice de suspicion de cette affection. Les propriétaires s'étonnent qu'on leur confisque ainsi des viandes qu'ils trouvent très belles et dont ils voudraient bien manger. Ils ajoutent qu'au cas où ils auraient d'autres bêtes suspectes de tuberculose, ils les feraient abattre dans des villages où personne n'en empêcherait le débit et où l'on vend de la plus mauvaise viande. Ce n'est pas là une vaine promesse, car les bouchers tenanciers de tueries particulières débarrassent les exploitations rurales des bêtes souffrantes, tousseuses ou en voie de dépérissement, que les cultivateurs supposent ou croient tuberculeuses. Si la viande de ces animaux est maigre, ils la vendent dans la localité même ou aux environs ; si elle est suffisamment grasse, ils en envoient les meilleurs morceaux dans les villes après l'avoir nettoyée et parée.

Les paysans utilisent la viande de leurs porcs atteints de rouget, après les avoir saignés chez eux, à l'insu des voisins et de préférence la nuit pour mieux éviter les indiscrétions. Bien des bêtes bovines malades, arrivées à leur dernière extrémité, même mourantes ou déjà mortes, sont saignées dans les granges des cultivateurs. La viande en est alors fiévreuse, saigneuse, malsaine, et elle est livrée à la consommation quoiqu'elle puisse être nuisible, aussi bien par l'effet d'une maladie infectieuse que par celui des médicaments absorbés. Les équarrisseurs, les bourreliers, les bergers et autres écorcheurs conservent parfois, pour leur consommation personnelle, les morceaux les plus charnus des bovins dépouillés par eux et morts du charbon symptomatique ou d'une autre affection. Il y a même des équarrisseurs qui sèchent ou salent une partie de cette viande pour leur nourriture.

Le 5 novembre 1896, Cablé, cultivateur à Valfroicourt, vendit dans cette commune ainsi qu'à Esley et a Sans-Vallois la viande d'un bouvillon, atteint de charbon symptomatique, sacrifié *in extremis*. En montrant aux assistants une des épaules *gorgée de sang noir*, le boucher qui *habillait* l'animal déclara que *pour 20 francs il ne voudrait pas se couper en faisant ce travail*. Le 23 décembre, Cablé fut condamné pour ce délit, par le tribunal correctionnel de Mirecourt, à *16 francs d'amende* avec application de la loi Bérenger, c'est-à-dire à une peine dérisoire puisqu'il avait vendu *pour 60 francs de viande*. « Il serait bon de montrer plus de sévérité à l'égard de ces gens rapaces et cupides qui, pour quelque argent, empoisonneraient toute une population ».

Aucune viande ne devrait sortir des abattoirs publics sans être revêtue d'une estampille, garantissant le contrôle du vétérinaire. Les communes devraient s'entendre entre elles et former des groupes, pour faire inspecter leurs tueries particulières par un vétérinaire, auquel elles alloueraient un fixe suffisant. Aucun animal, abattu chez son propriétaire ou détenteur, ne devrait être livré à la consommation sans avoir été visité par un vétérinaire. Celui-ci délivrerait un certificat qui serait

légalisé par le maire, au cas où la chair serait expédiée ou débitée dans les communes voisines (C. R., p. 1896).

Les faits suivants, brièvement résumés d'après un travail de Mr le Dr Lardier, maire de Rambervillers, prouvent les dangers résultant du défaut d'inspection des viandes dans les Vosges[1].

Le 12 janvier 1898, à Bru, une vache du sieur Païta, cultivateur, mourut presque subitement, soi-disant étranglée par son licol. Dépecée et vendue dans ce village, elle fut mangée par un grand nombre d'habitants. Bientôt la pustule maligne se déclara sur trois personnes de Bru : la femme Morlot, les sieurs Claudel et Donat. La première, qui s'était blessée et infectée en morcelant la tête de l'animal achetée à bas prix, succomba le 22 janvier au matin, sans médication préalable. Les deux autres, qui s'étaient également blessés et infectés en dépouillant la bête, ne guérirent qu'à grand'peine, après un traitement antiseptique énergique. Le 25 janvier, M. Lapicque, vétérinaire départemental, fut envoyé à Bru par le préfet pour y faire une enquête. Faute du cadavre de la vache, il se contenta de recevoir les déclarations de quelques habitants et conclut avec le maire que tout tendait à faire croire que la vache de Païta avait péri d'un accident, non du charbon, et que la femme Morlot, souffrante depuis longtemps, était morte d'avoir bu de l'eau froide. Quelques jours après, Donat perdit une génisse qu'il fit dépecer et cuire pour la nourriture de ses porcs. Bourgon, son domestique, se blessa à la main en dépouillant la bête, et succomba rapidement sans soins médicaux. Son décès fut attribué par le Dr Lahalle à l'infection charbonneuse. Vers la même époque, à Bru, une vache mourut subitement chez le sieur Janel qui, quelques jours auparavant, avait reçu en dépôt dans sa remise la peau de la vache de Païta. Le tripier Méon, de Rambervillers, se blessa à la main en préparant le cadavre, dont l'autopsie fut faite par M. Poirson, vétérinaire ; mais la plaie, parfaitement désinfectée, se guérit 4 ou 5 jours après. Méon eut encore un furoncle, bientôt compliqué d'un œdème énorme, qui entraîna rapidement la mort. Sur ces entrefaites, 8 ou 10 chats succombèrent soudainement à l'infection charbonneuse, après avoir ingéré des débris et du sang de la vache de Païta répandus à terre.

Nord. *1896 et 1897*[2]

Les abattoirs publics, au nombre de 30 en 1897, ont tous une inspection vétérinaire, excepté à Saint-Pol-lès-Dunkerque, où un vétérinaire n'est appelé qu'en cas de lésions suspectes rencontrées par le surveillant[3]. Les viandes y sont partout estampillées, sauf à Lille où probablement l'application des marques de vérification compliquerait trop le service et gênerait certains fraudeurs. En 1897, pour un abatage de 63,464 bœufs, vaches ou taureaux, de 66,133 veaux et de 4,247 chevaux dans tous ces établissements, la tuberculose a motivé la saisie totale de 154 bovins et 13 porcs, plus la saisie partielle de 115 bovins et un cheval représentant pour

1. *L'épidémie charbonneuse de Bru* (Nouvelliste des Vosges. Epinal, 13 février 1898). — Dr Lardier. *Une épidémie de charbon* (Revue d'hygiène et de police sanitaire. Paris, 20 mai 1898, p. 431-438).

2. Pollet. Rapports sur les maladies contagieuses et épizootiques parues dans le département du Nord. a) pendant l'année 1896. In-8, 56 p. Lille, 1897 — b) pendant l'année 1897. In-8, 46 p., Lille, 1898.

3. A Lille, l'inspection des viandes est faite par des contrôleurs praticiens dirigés par un vétérinaire ayant une clientèle et non attaché spécialement à ce service, ne passant que quelques instants chaque jour à l'abattoir.

l'ensemble une perte de 86,537 francs. Ce nombre de 265 bêtes bovines tuberculeuses paraît bien minime en comparaison des cas de tuberculose révélés par la tuberculine dans les étables des cultivateurs du Nord et atteignant parfois les chiffres de 10, 20, 30, 50 et plus pour 100. Il donne à supposer qu'on ne conduit aux abattoirs inspectés que les animaux non suspects de tuberculose de leur vivant et qu'on en détourne au profit des tueries particulières la plupart des sujets reconnus atteints ou suspects de cette maladie[1].

Les tueries particulières, au nombre d'environ 800, ne sont pas surveillées, même dans des communes de 5.000, 7.000 et 20.000 habitants. Plusieurs Conseils municipaux, composés en majorité de cultivateurs, s'obstinent à les conserver parce qu'elles permettent à ces derniers d'opérer le sauvetage de leurs bêtes mortes de maladie ou d'accident. Ils les garderont tant qu'elles donneront impunément à ces cupides élus la liberté d'empoisonner le public pour tirer quelque argent de leurs charognes. La préfecture cherche à leur forcer la main en n'autorisant les tueries particulières que pour un an, en leur adressant des plans et devis d'abattoirs d'importance variée tracés par l'architecte départemental. Terrain non compris, ces constructions reviendraient respectivement à 6,700 et 12,000 francs avec 4 ou 8 échaudoirs. La plupart des communes pourraient facilement affecter des sommes aussi modiques à ces créations dont l'utilité hygiénique et sanitaire est indiscutable[2].

Les tueries particulières hippophagiques, la plupart clandestines, toutes mal installées, insalubres et non surveillées, ont cessé d'exister en 1897 par suite de fermeture obligatoire. Les équidés sont maintenant sacrifiés dans 19 abattoirs inspectés. Sur 4.247 chevaux, 11 ânes et 3 mulets tués en 1897, il a été saisi 3 chevaux à pneumonie gangréneuse, 11 à mélanose et 9 pour morve chronique. Celle-ci n'a été reconnue qu'après l'abatage des sujets, tous dépourvus de signes morbides extérieurs de leur vivant. Depuis les condamnations subies, il y a quelques années, par plusieurs équarrisseurs pour vente de viandes et de saucissons, à la suite de divers empoisonnements alimentaires, les clos d'équarrissage transforment leurs matières premières en engrais de culture sans les faire passer pr alablement par le corps humain.

Des charcutiers mettent dans leurs pâtés toutes sortes de charognes et de débris malsains, des chairs pourries, des veaux mort-nés qu'ils rehaussent d'épices et de piments. En 1897, trois ont été condamnés à l'amende et à l'emprisonnement. Un des coupables, une femme, fit 6 mois de prison pour avoir fabriqué et vendu de la charcuterie de porc atteint de pneumo-entérite infectieuse, qui rendit malades

1. Les tueries particulières répandent des odeurs fétides, mais les voisins ne s'en plaignent point ouvertement : le boucher est un ami ou un homme qu'on ne veut pas s'aliéner. Elles servent presque toutes à l'abatage clandestin des animaux malades, tousseurs, tuberculeux, en voie de dépérissement, étiques. Ces bêtes y sont préparées de manière à cacher l'état réel des viandes, parfois même aux yeux les plus exercés. Elles sont ordinairement débitées par des bouchers interlopes dans des centres populeux peu ou point inspectés. (Pollet. *Rapports de 1892*, p. 39-41 et *de 1894*, p. 31).

2. Dans une commune du département du Nord où une viande malsaine avait rendu 160 personnes malades, le préfet essaya de faire créer un abattoir pour un abatage annuel d'environ 7.000 bêtes entre 8 bouchers. La municipalité refusa de le construire, sous la pression des éleveurs et des bouchers qui craignaient qu'un établissement de ce genre ne leur fît perdre le débouché de leurs bêtes crevées. (Pollet. *Bulletin du Grand Conseil des Vétérinaires de France*, 1897, p. 99-100.

tous les consommateurs et en fit mourir un[1]. Son état d'insolvabilité ne lui permit pas de payer les frais de justice s'élevant à 3.000 francs.

D'énormes quantités de chairs malsaines sont introduites avec une facilité déplorable dans les agglomérations ouvrières, comme dans le cas suivant[2]: en 1896, dans un village, un porc de 120 kilogr. crevé du rouget est déterré, dépouillé et vendu 5 francs par un bourrelier à un petit marchand de cochons; il est ensuite dirigé sur une ville voisine où il est acheté par un charcutier. Avisée par un dénonciateur, la municipalité de cette dernière localité fait transporter le cadavre à l'abattoir où un vétérinaire y remarque un commencement de teinte jaune verdâtre et le fait enfouir. Cet exploit valut au bourrelier et au marchand de porcs un mois de prison, 50 francs d'amende, les frais et l'interdiction des droits civiques.

Pour empêcher de pareils trafics, il faudrait que les viandes foraines ne pussent circuler d'une localité dans une autre qu'estampillées et accompagnées d'un certificat de vétérinaire (avec apostille du maire) constatant leur provenance d'un animal sain.

Beaucoup de paysans saignent leurs porcs atteints du rouget et les salent pour leur consommation. Ils utilisent de même ceux qui périssent de cette maladie, quand la viande ne leur paraît pas trop altérée[3].

Rhône. *1895 et 1896*[4]

Des maquignons véreux font un commerce interlope de bêtes malades, tuberculeuses, maigres, étiques. Tantôt ils les vendent à des bouchers ou charcutiers non soumis à l'inspection sanitaire, tantôt ils les tuent eux-mêmes pour en débiter la viande en quartiers dans les campagnes ou l'introduire clandestinement dans les villes. La plupart des tueries particulières ne sont pas surveillées et sont le réceptacle des animaux chétifs, malingres, malades. La municipalité de Saint-Symphorien-sur-Coise a établi, seulement à partir de 1895, un service d'inspection pour les nombreuses tueries particulières de cette commune où se fabriquent des *quantités fabuleuses* de saucissons; en 1896, la tuberculose a provoqué 3 saisies totales et

1. Dans une commune du département du Nord, plusieurs personnes tombèrent malades après avoir mangé d'un animal malade, abattu chez un cultivateur et débité à la criée sans que le maire en eût exigé l'inspection. (Pollet. *Bulletin du Grand Conseil des Vétérinaires*, 1896, p. 22.)

2. a) Beaucoup de viandes foraines malsaines sont introduites à Lille. L'octroi néglige souvent de les accompagner au poste d'inspection, de sorte que bien des bouchers les transportent directement dans leurs étaux, sans qu'elles aient été inspectées. b) Une grande quantité de viandes foraines insalubres pénètrent dans les petites villes où elles sont vendues sans contrôle sur les marchés en plein vent et font parfois tomber malades tous les habitants d'une commune. (Pollet. *Bulletin du Grand Conseil des Vétérinaires de France*. a) 1895, p. 66; b) 1896, p. 21.)

3. Les rapports de M. Pollet antérieurs à 1896, notamment ceux de 1892, 1893, et 1894, signalent plusieurs ventes de viandes charbonneuses, effectuées par des cultivateurs ou des bouchers et coïncidant avec le développement de la pustule maligne chez plusieurs personnes, parfois suivie de mort. (Ch. Morot. *Inspection sanitaire des abattoirs publics ou particuliers et des clos d'équarissage*, in Progrès Agricole d'Amiens. 10 et 17 janvier 1897, p. p. 20-21-37-38).

4. Verne. *Rapport sur les épizootiies du Rhône* en 1895 et 1896. *(Conseil général du Rhône. Sessions d'août)*. Rapports du Préfet et annexes — 1996 p. 718, 721 et 722. — 1897. p. 685-686.)

62 saisies partielles dans ces établissements. — La tuberculose a motivé 5 saisies totales dans d'autres tueries rurales en 1896. Comment mieux prouver que le contrôle sanitaire des tueries privées répond à un pressant besoin ! Sur 26.207 bœufs ou vaches sacrifiés aux abattoirs de Lyon en 1896, il y a eu rien que pour la tuberculose 143 saisies totales et 255 saisies partielles. Aux abattoirs de Villefranche, Tarare, Thizy et Givors, 5 animaux ont été saisis *entiers* pour tuberculose, en dehors des saisies partielles. — En 1895, à Lyon, sur 6 saisies pour fièvre charbonneuse, deux se rapportent à des viandes foraines expédiées de Montceaux (arr. de Trévoux, Ain) et de Louhans (Saône-et-Loire); elles démontrent combien l'inspection des viandes serait nécessaire dans ces deux derniers départements. — Le cas de Montceaux a motivé devant le tribunal correctionnel de Lyon des condamnations à l'amende et à la prison.

Ain. *1892 à 1896*[1]

Les abattoirs de Bourg et de Gex sont les seuls inspectés. Les animaux suspects de maladie, notamment de tuberculose, sont expédiés par les cultivateurs aux tueries non surveillées et la viande en est consommée dans les campagnes. Les malades sont dirigés vers les régions non contrôlées comprenant des centres ouvriers où ils fournissent de la viande de basse boucherie, les camps de la Valbonne et de Sathonay où ils deviennent *viande à soldat*, les fabriques de comestibles des communes des environs de Mâcon où ils sont transformés en saucissons destinés à l'exportation. Dans la plupart des cas, le grattage de la plèvre et du péritoine suffit à faire disparaître les lésions tuberculeuses apparentes et à empêcher les consommateurs de reconnaître les fraudes dont ils sont victimes. Il faudrait au moins organiser un service d'inspection des viandes partout où il y a des vétérinaires, notamment dans les sous-préfectures, les chefs-lieux de canton, les centres importants comme Pont-de-Vaux, Thoissey, Saint-Laurent, ainsi qu'aux camps de la Valbonne et de Sathonay, en attendant qu'il soit institué dans les campagnes par une loi.

Var. *1891 à 1896*[2]

L'inspection des viandes se fait à peu près régulièrement dans les abattoirs publics de 3 ou 4 centres : Draguignan, Toulon, Hyères, etc., où la tuberculose a motivé la saisie totale ou partielle de 84 vaches et 4 porcs en 1896 ; ailleurs elle est nulle. Les abattoirs des petites villes et les tueries particulières ne sont l'objet d'aucune surveillance ; aussi ces établissements servent-ils de refuge à beaucoup d'animaux malsains, qu'on craint de sacrifier dans les localitées inspectées. Il faudrait généraliser le contrôle sanitaire des abattoirs et des tueries de toutes les communes du département, d'une façon pratique, commode et peu couteuse. En 1896, à la suite de 30 cas de mort causés dans une porcherie de Toulon par la pneumo-entérite infectieuse, le propriétaire emmena furtivement dans une commune voisine sept porcs qui lui restaient et les fit abattre pour en vendre la viande. Celle-ci fut enfouie

1. Bianchi. *Rapports sur le service sanitaire vétérinaire de l'Ain* de 1892 à 1896. (*Conseil général de l'Ain. Sessions d'août.* Rapports du Préfet et annexes. — 1893, p. 357-358 ; 1894, p. 382-383 ; 1895, p. 395 ; 1896, p. 401 ; 1897, p. 143-144).

2. Truc. *Rapports sur le service sanitaire vétérinaire du Var* de 1891 à 1896. (*Conseil général du Var. Sessions d'août.* Rapports du Préfet et annexes. 1892, p. 330 ; 1893, p. 333 et 339 ; 1894, p. 316 ; 1895, p. 301-303 ; 1896, p. 263-264 ; 1897, p. 139-142).

comme fiévreuse et malsaine, sur l'avis d'un vétérinaire sanitaire prévenu juste à temps par le maire de La Garde.

Ariège. *1894 à 1896*[1]

L'inspection fait défaut dans les abattoirs publics de plusieurs communes, même importantes, comme Saverdun et Tarascon-sur-Ariège. La surveillance des tueries manque partout. Il en résulte un grand commerce clandestin d'animaux épuisés, maigres, malades qui sont réservés aux bouchers des petites localités où l'inspection des viandes est nulle ou insuffisante. Depuis que la tuberculose a motivé des saisies dans quelques abattoirs contrôlés, les cultivateurs vendent leurs bêtes tousseuses, suspectes de tuberculose, dont le nombre est très considérable, à des maquignons qui se chargent de les écouler à leurs risques et périls dans les endroits où les boucheries ne sont soumises à aucune visite sanitaire. L'organisation d'une surveillance des abattoirs publics et des tueries particulières ou mieux la suppression radicale de ces dernières peuvent seules empêcher de pareils trafics ; mais la plupart des municipalités seraient opposées à ces mesures d'hygiène dont elles ne comprendraient pas l'utilité et dont elles accepteraient difficilement les frais.

Maine-et-Loire. *1896*[2]

Les tueries particulières sont l'objet d'un contrôle illusoire, elle servent de débouchés aux bêtes malades et empêchent la déclaration légale des affections contagieuses. La préfecture a invité les vétérinaires sanitaires « *à profiter de leurs visites dans les fermes où ils sont appelés pour inspecter également ces tueries* ».

Sarthe. *1896*[3]

C'est surtout dans les tueries clandestines que se débite la viande d'animaux malades ou même morts de maladies infectieuses. Ces abus cesseraient, dit M. Brulé dans son compte rendu du service de salubrité de la Sarthe en 1896, si les maires appliquaient à ces établissements les mesures réglementaires réclamées par le Conseil d'hygiène de Saint-Calais. Le Conseil général a examiné le rapport précité sans se préoccuper de ces justes réclamations.

Vendée. *1894 et 1896*[4]

Les tueries particulières ne sont pas surveillées. En raison de la garantie imposée par la loi aux vendeurs de sujets tuberculeux, les cultivateurs gardent leurs ani-

1. Laubion. *Rapports sur les épizooties dans l'Ariège* de 1894 à 1896. (*Conseil général de l'Ariège. Sessions d'août.* Rapports du Préfet et annexes. — 1895, p. 519; 896, p. 501 et 1897, p. 485-486).

2. Guittet. *Rapport sur les épizooties dans le Maine-et-Loire* en 1896 (*Conseil général de Maine-et-Loire. Session d'août 1897.* Rapport du préfet et annexes, p. 104. Délibérations, p. 546).

3. *Conseil général de la Sarthe. Session d'août 1897.* Rapport du préfet et annexes, p. 637. Délibérations. p. 701.

4. Maisonneuve. *Rapports sur le service des épizooties de la Vendée* en 1894 et 1896. (*Conseil général de la Vendée. Sessions d'août.* Rapports du préfet et annexes. 2e part. Chap. 1er. — 1895, p, 10, 1897, p. 49-51).

maux jusqu'à ce qu'ils soient épuisés par le travail ou la lactation. Ils les livrent ensuite à des bouchers qui en vendent la viande dans les campagnes ou la débitent clandestinement dans les villes. Beaucoup d'équarrisseurs voient leur industrie réduite par la pénurie des cadavres : cela tient à la consommation de la chair de tous les chevaux hors de service gras ou maigres, et à celle des viandes des bestiaux malades abattus sur place ou sacrifiés dans les tueries particulières,

Côte-d'Or. *1896*[1]

Les éleveurs vendent la plupart de leurs animaux tuberculeux à bas prix à des bouchers dont les tueries particulières ne sont pas surveillées, notamment dans les campagnes. Cette viande préparée avec soin, en vue de la dissimulation de l'état morbide, est débitée sur place ou introduite clandestinement dans les villes. Le Conseil général devrait réclamer au Gouvernement l'inspection obligatoire des viandes de toute nature sur tout le territoire de la République, tant pour éviter la propagation des maladies contagieuses des animaux que pour garantir une saine alimentation à la population des villes et des campagnes.

Haute-Saône. *1896*[2]

A Héricourt, 2 vaches tuberculeuses abattues pour la troupe ont été saisies. La tuberculose n'a pas été constatée aux abattoirs de Vesoul, Gray, Champlitte et Luxeuil-les-Bains, qui sont les seuls soumis à une inspection vétérinaire. La rareté apparente de cette maladie est due à ce que les propriétaires envoient dans les tueries non inspectées les bêtes atteintes ou suspectes de tuberculose ; il serait très utile de soumettre ces tueries à une surveillance sanitaire.

Yonne. *1892*[3]

La proportion des bovins tuberculeux est de plus de 20 % dans l'arrondissement de Sens. Les propriétaires se gardent bien de les signaler, même à leurs vétérinaires ; ils préfèrent les vendre aux tenanciers des basses boucheries que de les livrer à l'équarrissage. Dans l'intérêt de l'hygiène et de la santé publique, il faut inspecter les abattoirs et notamment toutes les petites tueries particulières qui infectent les campagnes et où se font journellement des hétacombes de vaches tuberculeuses.

Pas-de-Calais. *1893*[4]

En général, au lieu de débiter leurs animaux tuberculeux, les cultivateurs les

1. Sonnet. *Rapport sur les épizooties de la Côte-d'Or* en 1896. *Conseil général de la Côte-d'Or. Session d'août 1897.* Rapport du préfet et annexes, p. 540-541. Dans son *rapport au Conseil d'arrondissement* de Semur (*Session de juillet 1897*), M. Henry, sous-préfet a également signalé les inconvénients des boucheries de campagne non inspectées.

2. *Rapport sur le service des épizooties de la Haute-Saône* en 1896. (*Conseil général de la Haute-Saône. Session d'août 1897.* Rapport du préfet et annexes, p. 274-275).

3. Crochot. *Compte rendu sur le service des épizooties de l'Yonne* en 1892. *Rapport de M. Biot. (Conseil général de l'Yonne. Session d'août 1893.* Rapport du Préfet et annexes, p. 444).

4. Viseur. *Rapport sur le service des épizooties du Pas-de-Calais* en 1893. *Conseil général du Pas-de-Calais. Session d'août 1894.* Rapport du Préfet et annexes, p. 777.

envoient directement dans quelques basses boucheries de village non soumises à l'inspection [1].

SOMME. *1894 et 1895* [2]

Les six chefs-lieux d'arrondissement et un ou deux chefs-lieux de canton sont seuls pourvus d'abattoirs, tous étroitement contrôlés. On consomme beaucoup de viandes non inspectées provenant d'animaux sacrifiés dans des endroits non surveillés.

HAUTES-ALPES. *1894* [3]

Les abattoirs de Gap et de Briançon sont seuls pourvus d'une inspection vétérinaire. On ne comprend pas l'insouciance des municipalités de toutes les autres communes, où les abattoirs publics et les tueries particulières ne sont soumis à aucune surveillance, ce qui expose les consommateurs aux plus graves dangers. En 1894, trois bouchers ont été condamnés l'un à une amende et les autres à la prison pour avoir vendu des viandes malsaines à la troupe à Pont-du-Fossé, à Aspres-sur-Buech et à Veynes.

PYRÉNÉES-ORIENTALES. *1896* [4]

Les abattoirs des principaux centres ont une inspection vétérinaire. Dans les petites communes les viandes sont livrées à la consommation sans contrôle sanitaire préalable.

1. A. D..., arrondissement de B..., commune d'un département du Nord, une épidémie de pseudo-cholérine s'est manifestee du 10 au 20 juillet 1895 sur 48 personnes avec un cas de mort. 36 malades ont déclaré avoir été indisposés par du pâté de porc acheté chez le charcutier Z. Les 12 autres ont affirmé n'avoir pas mangé de ce produit, mais cette déclaration a paru cacher une conspiration de famille ou d'amis tendant à disculper le commerçant incriminé. Il est résulté de l'enquête faite par M. G. Pouchet : 1° que le pâté provenait d'un porc atteint de pneumo-entérite infectieuse et abattu *in extremis* ; 2° que l'empoisonnement alimentaire était dû à l'ingestion de toxines et de bactéries contenues dans la viande de cet animal ; 3° que N..., marchand de bestiaux à D..., a vendu de février à mai 57 porcs qui ont tous eu la pneumo-entérite infectieuse et dont 41 sont morts sans que cette épizootie ait été connue des autorités administratives et ait entraîné l'application des mesures sanitaires légales, par suite de la conspiration du silence d'une partie des habitants de D. — Rien ne prouve mieux que ce fait, conclut M. Vallin, la nécessité d'une législation sanitaire qui ne soit pas à l'initiative du maire. (G. POUCHET. *Bactériologie appliquée à la médecine légale* in ANNALES D'HYGIÈNE PUBLIQUE ET DE MÉDECINE LÉGALE. Mars, 1897, p. 209-260. — E. VALLIN. *Epidémie de botulisme d'origine porcine*, in REVUE D'HYGIÈNE ET DE POLICE SANITAIRE, 20 avril 1897, p. 366 et PROGRÈS VÉTÉRINAIRE, 16 mai 1897, p. 317).

2. DEPREZ. *Rapports sur les épizooties dans la Somme* en 1894 et 1895. *(Conseil général de la Somme. Sessions d'août.* RAPPORTS DU PRÉFET ET ANNEXES, 1895, p. 476 ; 1896, p. 479).

3. ALLEQ. *Rapport sur le service des épizooties des Hautes-Alpes* en 1894 *(Conseil général des Hautes-Alpes. Session d'août 1895.* RAPPORT DU PRÉFET ET ANNEXES, pp. 173-175).

4. DELHOSTE. *Rapport sur le service des épizooties des Pyrénées-Orientales en 1896. (Conseil général des Pyrénées-Orientales. Session d'août 1897.* RAPPORT DU PRÉFET ET ANNEXES, p. 354).

Deux-Sèvres. *1896*[1]

Beaucoup d'animaux tuberculeux sont dirigés vers les tueries non inspectées, et des viandes dangereuses pour la santé publique peuvent ainsi être livrées à la consommation. L'inspection obligatoire de toutes les tueries peut seule empêcher ces errements.

Marne. *1896*[2]

En dehors de quelques tueries particulières régulièrement visitées, les autres sont rarement inspectées[3]. La législation actuelle ne permet pas de remédier à ce défaut de surveillance qui laisse une porte largement ouverte au commerce des viandes malsaines. En attendant qu'une loi impose partout la surveillance des tueries, le vétérinaire départemental doit chercher à faire adopter peu à peu cette mesure au moyen de visites ou de conseils aux maires et de conférences publiques. En 1896, les saisies pour tuberculose bovine ont été de 134 partielles et 84 totales dans les abattoirs de Châlons, Mourmelon, Vertus, Suippes, Epernay, Sézanne, Montmirail, Avize, Reims, Fismes, Ay, Sainte-Menehould et Vitry-le-François, de 6 partielles et de 4 totales dans quelques tueries surveillées, soit un peu plus de 1 °/₀ de tuberculose. Aux environs de Châlons, où la tuberculose est très fréquente, la tuberculinisation a fait reconnaître à M. Guibert : 1° 57 tuberculeux, soit 54. 8 °/₀ dans 10 étables déclarées contaminées comprenant 104 bovins ; 2° sur 18 étables non déclarées contaminées, 8 tuberculeux dans 6 exploitations comprenant 49 bovins et aucun tuberculeux dans 12 comptant 57 bovins.

Haute-Marne. *1894*[4]

Il n'existe pas de contrôle sanitaire dans les tueries particulières et les clos d'équarrissage. Les sept abattoirs publics du département sont placés sous la surveillance permanente de vétérinaires-inspecteurs ; la tuberculose y est rarement constatée, car la crainte des saisies éloigne généralement les animaux douteux qui sont de préférence sacrifiés dans les tueries particulières, à la campagne. Cet état de choses n'a pas changé jusqu'à ce jour.

Meuse. *1896*[5]

Les abattoirs publics sont inspectés à Bar-le-Duc, Ligny, Revigny, Commercy,

1. Laugeron. *Rapport sur le service des épizooties des Deux-Sèvres en 1896*, in-8°, Niort 1897, p. 21.

2. Guibert. *Rapport sur le service sanitaire vétérinaire de la Marne en 1896*. in-8°, Châlons 1897, p. 14-17, p. 23.

3. Il y avait encore plusieurs abattoirs publics non inspectés par des vétérinaires en 1893. Les tueries de Courtisols, Saint-Memmie, Coupéville, Bergères, Lépine (art. de Châlons), Fère-Champenoise (art. d Epernay), Fismes, Jonchery-sur-Vesles, Pontfaverger (art. de Reims), Loisy, Sermaize, Lachaussée, Lassuet, Saint-Amand (art. de Vitry) étaient seules inspectées régulièrement en 1894. (Rapport de M. Guibert en 1893, p. 22-24).

4. Desnouveaux. *Rapport sur le service sanitaire des épizooties de la Haute-Marne en 1894. (Conseil général de la Haute-Marne. Session d'août 1895*. Rapport du Préfet et annexes, p. 509-515).

5. Laurent. *Rapport sur le service sanitaire des animaux de la Meuse en 1896*, in-8°, Bar-le-Duc 1897. pp. 2, 6 et 7.

Gondrecourt, Saint-Mihiel, Dun-sur-Meuse, Montmédy, Stenay, Etain et Verdun. La tuberculose bovine a motivé 12 saisies partielles à celui de Bar-le-Duc et 63 saisies totales dans ceux de Bar-le-Duc, Commercy, Saint-Mihiel, Montmédy et Verdun. Les tueries particulières, surtout celles des campagnes, ne sont soumises à aucune inspection. Elles servent à l'abatage d'un grand nombre d'animaux atteints de maladies de toute sorte, et notamment de la tuberculose, lesquels sont ensuite livrés à la consommation.

Territoire de Belfort. 1896[1]

L'inspection existe dans les abattoirs publics de Belfort, Delle et Beaucourt; elle n'a pas lieu dans celui de Foussemagne. Beaucoup de tueries particulières fonctionnent le plus souvent sans autorisation et nécessairement sans contrôle sanitaire; pour ne pas contrarier les bouchers, les maires leur laissent la faculté d'empoisonner impunément les consommateurs avec des viandes insalubres[2]. La tuberculose a motivé à l'abattoir de Belfort, en 1896, la saisie partielle de 90 vaches, 29 bœufs et la saisie totale de 23 vaches, 2 bœufs.

Loire. *1896*[3]

Un grand nombre de tueries particulières ne sont pas surveillées. C'est le cas à Chazelles-sur-Lyon (Loire), où il existe plusieurs grands établissements de charcuterie abattant chacun par semaine une vingtaine de porcs et 2 ou 3 vaches. On y tue tous les bestiaux malades ou tuberculeux, depuis qu'une inspection sanitaire a été installée, en 1895[4], dans les tueries de Saint-Symphorien-sur-Coise (Rhône), commune limitrophe de la Loire et voisine de Chazelles (V. Rhône, p. 16-17 de ce travail).

1. Muller. *Rapport sur le service des épizooties du territoire de Belfort*, en 1896. In-8. Belfort 1897, p. p. 14, 23 et 24.

2. Les principales communes du territoire, Giromagny, Rougemont, La Chapelle-sous-Rougemont, Fontaine, Montreux-Château, ont des tueries non inspectées où peuvent être tués des animaux tuberculeux, charbonneux, typhiques, cachectiques, etc. Des charcutiers et des bouchers y font, avec des viandes tuberculeuses, du fumé ou des cervelas qu'ils vendent à Belfort. Des éleveurs introduisent dans les villes du salé et du fumé de porcs morts du rouget et de la pneumo-entérite infectieuse. (Muller. *R. du Service vétérinaire du T. de Belfort* en 1894 *a* et 1895. *b*; p. p. 17 et 21, a ; p. 9. b.) — En 1892, un marchand de bestiaux écrivait à un boucher de Belfort à propos de la saisie totale d'une jeune vache grasse tuberculeuse à l'abattoir de cette ville : « *Je regrette bien d'avoir envoyé cette vache à Belfort et de ne pas l'avoir expédiée à l'abattoir de Lure, où elle aurait été livrée à la consommation après enlèvement des tubercules par le râclage de la poitrine,* — A Lure, où se trouve le 1er dragons, l'inspection de l'abattoir est confiée au préposé d'octroi, c'est-à-dire à un incompétent en matière de viandes malsaines (Muller. *R. sur le service vétérinaire du T. de Belfort en 1892*, p. p. 13-14).

3. Labully. *Rapport sur le service des épizooties dans la Loire en 1896*. In-8. Saint-Étienne, 1897, p. p. 6, 9 et 13.

4. Le *rapport de M. Labully pour 1893* (p. 24, 28, 29) a montré les dangers du manque de surveillance des tueries des charcutiers en gros et fabricants de saucissons de Saint-Symphorien-sur-Coise, dont l'un occupait plus de 30 ouvriers. Ce vétérinaire a trouvé maintes fois, au clos d'équarissage du Pont-de-l'Ane (Loire), des viscères et des détritus provenant d'animaux atteints de maladies contagieuses et abattus chez ces industriels ; ceux-ci utilisaient des bêtes tuberculeuses et des porcs ladres.

Malgré les vœux du Conseil général (7 avril 1891), du Conseil central d'hygiène de la Loire, du Comité consultatif d'hygiène municipal de Saint-Étienne, malgré les prescriptions de la *Circulaire Ministérielle du 22 mars 1881 sur les tueries d'animaux*, malgré les facilités accordées par le *Décret du 27 mars 1894* pour la constitution de *périmètres d'abattoirs communaux et intercommunaux*, la Municipalité de Saint-Étienne n'a pas cru devoir adopter la suppression si désirable des tueries non surveillées, qui existent encore sur le territoire de cette ville et sur celui de quelques communes de sa banlieue[1]. Les règlements de l'octroi, *immuables* en leurs dispositions, ont été le principal obstacle à l'adoption de cette mesure d'une utilité incontestable. En 1896, à l'abattoir de Saint-Étienne, la tuberculose bovine a motivé 79 saisies totales et 64 saisies partielles, sur 10.813 bœufs, taureaux et vaches sacrifiés, soit une proportion de 1,32 par 100 animaux abattus.

Il serait à désirer que le Conseil général de la Loire voulût bien émettre les vœux suivants : 1° *que les abattoirs publics soient obligatoirement inspectés par les vétérinaires communaux ;* 2° *que les viandes non inspectées ne soient pas admises à la libre circulation, qui ne doit être accordée qu'aux viandes estampillées et accompagnées d'un certificat sanitaire ;* 3° *les vétérinaires inspecteurs des viandes sont nommés par le préfet, sur une liste de trois candidats présentés par le Conseil municipal; ils sont assermentés et commissionnés. Ils ne peuvent être suspendus ou révoqués que par le Préfet.*

Conclusions

Les pouvoirs publics sont suffisamment documentés pour être au courant de la situation défectueuse des abattoirs ou tueries, et pour connaître tous les dangers dont le défaut de surveillance de ces établissements menace la santé humaine ainsi que celle des animaux. Ils n'en sont pas moins restés sourds à de nombreuses réclamations contre cet état de choses. Ils n'ont rien changé : aujourd'hui comme hier, la salubrité des viandes alimentaires n'est point assurée dans la plupart des communes. Malheureusement celles-ci ne subissent pas seules les préjudices sanitaires que leur cause leur abstention des mesures d'hygiène ; elles les font partager aux localités qui ont soumis leurs abattoirs ou tueries aux prescriptions réglementaires. En effet, les animaux malsains abattus sans contrôle ne sont pas tous consommés sur place. Des quantités considérables en sont dispersées un peu

1. Les Municipalités de la Ricamarie et de Saint-Priez-en-Jarez avait émis un avis favorable à cette suppression. On ne peut espérer une généralisation de l'inspection des viandes qu'autant qu'une loi sur les abattoirs publics sera promulguée. Invité à se soumettre aux prescriptions du *Décret du 15 octobre 1810*, l'exploitant de la tuerie de Bois-Montzil (commune de Villars) a protesté contre cette injonction, en sa qualité de fabricant de conserves pour le compte de l'État et, sur les instances de l'administration de la Guerre, un sursis lui a été accordé jusqu'à expiration du traité. Mais la préparation des conserves a cessé depuis fin février 1896, sans que le propriétaire de la tuerie ait songé à se mettre en règle avec la loi. (*Rapport de M. Labully pour 1895*, p. 18-20.)

partout, même dans les villes inspectées. L'empoisonneur préférera de pratiquer le saucissage de ses produits empoisonnés et se soustraire à l'inspection des viandes fraîches, dont les principales lésions apparaîtraient en décèlant des viandes saines et salubres compromettantes, à l'instar du capitaine qui, pour se soustraire à la mer pour ne pas laisser engloutir son navire. Dans ces conditions, un vétérinaire très expérimenté est bien souvent obligé de laisser passer, sans rien voir, des viandes épuisées, d'apparence normale, provenant d'animaux atteints de maladies générales, à lésions macroscopiquement visibles en certaines parties et invisibles dans d'autres, telles que tuberculose généralisée, cancer généralisé, fièvre charbonneuse commençante, pyémie, ladrerie, etc. Le salage, la salaison et la cuisson fournissent aux charcutiers des moyens frauduleux bien supérieurs à la *tolette* et au déperage utilisés par les bouchers. C'est pourquoi il est aussi difficile de découvrir la véritable nature de bien des saucissons malsains, fabriqués avec des denrées invraisemblables et mis dans le commerce sous de belles apparences, que de déterminer l'état d'âme de coquins intelligents et distingués jouissant dans le monde d'une réputation d'honnêteté aussi haute qu'immérite.

Au train dont vont les choses, on finira peut-être par croire dans les sphères gouvernementales que la consommation des viandes insalubres est un mal nécessaire. Quoi qu'il en soit, il ne faut pas trop s'étonner si la question de l'inspection des viandes est aussi peu avancée et menace de rester encore longtemps à l'étude. Ce système d'éternisation s'accorde un peu avec les traditions françaises: Le Ministère de la Guerre n'a-t-il point renouvelé *en 1897*, à l'Académie des Sciences, une demande restée sans réponse *depuis 1858*, afin d'être fixé sur les dangers possibles des fils électriques au voisinage des poudrières. Faudra-t-il aussi *40 ans* de réflexion pour que l'hygiène publique obtienne satisfaction ! Dans le but de prévenir l'éventualité d'un aussi long retard, il serait bon de suivre les conseils suivants du *coroner* d'un tribunal anglais appelé en 1897 à juger une affaire d'assassinat en wagon. Les jurés ayant émis le vœu de voir l'État obliger les Compagnies de chemin de fer à prendre des mesures sérieuses de sécurité à l'égard des voyageurs, ce magistrat leur répondit : « *Je suis absolument de votre avis, mais je ne veux vous laisser aucune illusion sur la stérilité de votre motion. De concert avec la presse, le jury s'émeut profondément pendant l'enquête sur chaque crime de chemin de fer. Il formule des vœux que je transmets au Gouvernement en les appuyant. On m'en accuse réception poliment, mais*

personne ne s'en occupe plus. Depuis 1865, voilà ma sixième enquête pour des crimes commis sur les voies ferrées! Qu'a-t-on fait? Rien du tout. Je vous engage donc dans l'intérêt de la sécurité publique à ne pas en rester là. Organisez-vous. Pétitionnez. Convoquez des meetings. En un mot, FORCEZ LA MAIN AUX POUVOIRS PUBLICS. VOUS N'OBTIENDREZ RIEN SANS CELA. » — Moins de 48 heures après ce sage avis, une association était formée dans le but de provoquer et de conduire une agitation en vue d'obtenir une amélioration de la police et du matériel des chemins de fer nécessaire à la protection des voyageurs.

J'estime que ceux qui réclament l'organisation d'un contrôle sanitaire effectif dans les abattoirs, tueries et clos d'équarrissage de toute la France doivent s'inspirer du bon conseil du *coroner*. En effet, leur cas offre une grande analogie avec celui des jurés anglais cherchant à empêcher les assassinats en chemin de fer. Les nombreux empoisonnements alimentaires d'origine carnée et les ventes multiples de viandes malsaines, qui ont ému le public dans ces dernières années, ont amené enquêtes sur enquêtes et vœux sur vœux; il en est résulté dans les journeaux politiques de Paris et des départements une campagne sérieuse en faveur de l'inspection des viandes. Ici même, à Nantes, le *Phare de la Loire* et le *Petit Phare* ont consacré l'année dernière une longue série d'articles à cette importante question et ont réclamé la généralisation de ce service d'hygiène. Par contre, le Conseil général de la Loire-Inférieure n'a pas cru devoir s'associer à des propositions qui lui ont été soumises à ce sujet et qui ont été l'objet de vœux favorables de la part de plusieurs Conseils généraux (Aisne, Aube, Cher, Constantine, Côte-d'Or, Drôme, Gironde, Lot, Haute-Marne, Nièvre, Oran, Haute-Saône, etc.), à la session d'août 1897.

Puisque ces efforts n'ont pas encore été couronnés de succès, il faut les redoubler en les améliorant. En conséquence, des pétitions devraient être remises aux pouvoirs publics par les Sociétés qui émettent des vœux et par les journaux qui publient des articles en faveur de l'inspection des viandes. La *Société vétérinaire de l'Aube* a déjà commencé à adopter ce système, l'année dernière, en s'adressant à la Chambre des Députés.

Je viens prier l'*Association française pour l'Avancement des Sciences* de vouloir bien entrer dans cette voie, en soumettant au Gouvernement et au Parlement une pétition motivée pour obtenir 1° *l'organisation de l'inspection sanitaire des viandes dans toutes les communes de France, partout où l'on abat des animaux de boucherie et où l'on en prépare les cadavres;* 2° *la suppression des*

tueries particulières dans les communes de 3000 habitants au moins, ainsi que dans les communes distantes des premières de 4 kilomètres au plus, et le remplacement de ces établissements par un abattoir communal ou intercommunal affecté aux bouchers et charcutiers de toutes ces communes.

M. le Dr Ernest CRIMAIL

Conservateur du vaccin du Département de la Loire-Inférieure
Chirurgien de la Maternité des Hopitaux de Nantes

DE LA NÉCESSITÉ D'UNE LOI D'OBLIGATION VACCINALE

[614.473]

— Séance du 10 août —

Le titre de cette communication pourra peut-être causer quelque étonnement ; la nécessité de la vaccine et de la revaccination a été tant de fois proclamée ; l'urgence d'une loi, la rendant obligatoire, a été si souvent exposée, qu'il doit paraître banal d'y revenir encore ; mais quand une décision à prendre est nécessaire, on ne saurait trop le dire, trop le répéter.

Limité par l'espace et le temps qu'accordent les règlements du Congrès, nous ne pouvons présenter qu'un résumé très abrégé de notre travail, et nous craignons que, ainsi dépourvu des nombreux faits et des non moins nombreuses preuves que nous avons pu y accumuler, il perde le quelque peu d'intérêt que, complet, il eût peut-être présenté.

Laissant de côté tout ce qui concerne la technique du vaccin et de la vaccination, nous ne traiterons que les questions utiles à la démonstration de l'obligation nécessaire.

Nous rappellerons quelques faits relatifs à l'histoire de la variole et de la vaccine, puis quelques-unes des nombreuses preuves de l'utilité de la vaccine et des revaccinations, enfin ce qu'a produit l'obligation dans les États où elle est en vigueur, et, par contre, les désastres qu'a causés et que cause encore la variole dans les pays où la vaccine n'est que facultative.

Nous examinerons ce qu'ont fait les pouvoirs publics, depuis la découverte de Jenner jusqu'à nos jours, ce qu'ils devraient faire encore, et, enfin, nous chercherons les mesures à prendre, en attendant cette loi d'obligation qui devra amener la disparition de la variole.

La variole avant la vaccine. — Nous rappelons les principales épidémies de variole avant l'usage de la vaccine, attaquant et, souvent même, décimant les populations, tant en France qu'en autres pays; telles celles de 580, 1614, 1710, 1769, cette dernière faisant périr, à Paris seulement, près de 20,000 individus; puis toutes celles des XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles, en France, au Mexique, aux Antilles, aux Hébrides, où périt le quart de la population et tant d'autres. En dehors de ces épidémies fréquentes et meurtrières, la variole restait endémique presque partout.

Découverte de la vaccine. — Elle est connue dans les temps les plus reculés; pratiquée dans les Indes, par un médecin, dit l'Esculape Indien, Hanwatari, qui donne l'explication de son procédé, par l'emploi du fluide de pis de vache.

Dans le XVIIe siècle, sous Charles II, roi d'Angleterre, elle est inoculée en 1660, à la princesse de Cleveland, puis en 1705, c'est la vulve vaccinale que de Verney inocule à la duchesse du Maine et à son entourage pour les protéger de la variole.

Dans le milieu du XVIIIe siècle, des vétérinaires allemands font usage du cow-pox.

En 1770, Rabaut Pommier, de Montpellier, inocule le cow-pox, en présence de deux Anglais, Ireland et Pugh, qui s'empressent de communiquer à Jenner ce qu'ils ont vu; celui-ci, jusqu'alors fervent adepte de la variolisation, s'empare des faits de Rabaut, les étudie, et, plus perspicace que ses devanciers, crée réellement la vaccine et la vaccination et en propage l'usage.

Introduction et débuts de la vaccine en France. — Importée en France par Rabaut Pommier, d'après les uns, par Larochefoucault Liancourt, d'après les autres, elle est soumise à plusieurs expériences intéressantes et saisissantes, celle, entre autres, du navire *La Jeune Caroline* et bien d'autres.

Les résultats obtenus excitent immédiatement un enthousiasme général.

Toutes les autorités, de tous ordres, rivalisent de zèle pour faire apprécier les heureux effets de la vaccine et en propager l'usage pour tous.

Recommandée partout, elle est imposée dans les Hospices, les

Bureaux de bienfaisance, dans les Ecoles, dans toutes les maisons d'éducation.

En 1804, certains préfets, grâce aux nombreuses vaccinations qu'ils font opérer, voient la variole disparaître de leurs départements.

La variole depuis la vaccine. — Par de nombreux exemples, par la comparaison de tableaux statistiques de morbidité et de mortalité par variole, nous montrons combien, depuis l'usage de la vaccine, les épidémies et les cas endémiques sont moins fréquents, moins meurtriers, et combien, par suite, le vaccin a réduit les méfaits de la variole.

La revaccination reconnue nécessaire en 1824 et 1825. — Jusqu'à cette date, on croit à la perennité prophylactique de la vaccine ; mais une épidémie, survenue en 1824 et 1825, atteint les sujets vaccinés aussi bien que les non vaccinés.

Ces faits refroidissent la foi en la vaccine qui subit alors une crise réelle ; mais on opère des revaccinations et, les revaccinés sont épargnés par le mal.

La revaccination est reconnue nécessaire, le vaccin ne devant avoir qu'une efficacité préservatrice limitée.

Heureux résultats de la revaccination. — Dès ce moment, les revaccinations opérées au début d'une épidémie, l'arrêtent aussitôt ; nous en citons un grand nombre d'exemples en France et en Europe.

Dans les pays où elles sont négligées, les épidémies restent graves et de longue durée ; rappelons, entre tant d'autres, celle de 1870-71 en France où, pendant la guerre, la variole fit périr 200,000 habitants, dont 23,400 combattants !

Mais où la revaccination est opérée, elle est d'une efficacité indiscutable.

Citons l'épidémie de 1894, à Paris, qui, dans le premier semestre, causa 155 décès ; on revaccine en masse, il y eut, dans le second semestre, 11 décès, et, en 1895, deux à trois seulement.

Des très nombreuses statistiques que nous avons rassemblées, il ressort que 90 à 96 0/0 des sujets atteints par la variole n'avaient pas été vaccinés, que les revaccinés sont à peu près tous épargnés, et que ceux atteints, parmi ces derniers, avaient subi la revaccination à une époque éloignée.

Dans nos colonies, grâce au dévouement de nos médecins militaires, la vaccine et la revaccination produisent les meilleurs résultats.

La revaccination dans l'armée. — Dans l'armée, effets remarquables. Depuis l'obligation vaccinale, la variole y est réduite à de rares unités.

Avant 1876, la mortalité annuelle est de 127; en 1886, elle n'est plus que de 4 ; et aujourd'hui, elle est à peu près nulle.

Les militaires demeurent indemnes dans les villes contaminées ; bien des observations le prouvent surabondamment.

A quelles époques de la vie faut-il revacciner? — De l'examen de toutes les statistiques et observations que nous avons recueillies, nous croyons pouvoir déclarer :

La vaccine doit être pratiquée dans les six premiers mois de la vie.

La revaccination, tous les 5 ans jusqu'à 20 ans.

Ensuite tous les 10 ans, après 20 ans.

Et en temps d'épidémie, à tous les âges.

Nécessité de la vaccine et de la revaccination. — D'après les faits précédemment étudiés, il est indiscutable que la vaccine a diminué la morbidité et la mortalité par variole ; que la revaccination atténue les épidémies, même les arrête ; que la maladie est moins meurtrière chez les vaccinés et qu'elle épargne les revaccinés.

Enfin, dans l'armée, où vaccine et revaccination sont imposées, la variole a presque disparu.

L'obligation est nécessaire. — La vaccine et la revaccination doivent être régulièrement pratiquées pour arrêter la variole, épidémique ou endémique.

Et, pour vaincre soit l'indifférence, soit la résistance des populations, et les amener à recourir à la vaccine, elles doivent être obligatoires.

De l'obligation en Europe. — L'obligation n'est pas une mesure nouvelle.

Elle existait dès 1807 et 1808, en Bavière et dans le Grand-Duché de Bade ; puis successivement introduite dans la plupart des Etats Européens ; aujourd'hui une loi d'obligation existe en Allemagne, en Angleterre, en Suède, en Norwège, en Écosse, en Irlande, en Suisse, en Roumanie, en Serbie, Danemark et autres.

Heureux effets de l'obligation. — Au milieu des nombreuses statistiques que nous relatons, citons ces quelques chiffres : En Angleterre, avant l'obligation, la mortalité par variole, par 100.000 habitants, est de 81,3 ; mais, avec l'obligation, elle n'est plus que de 0,05. — En Allemagne, avant, la mortalité est de 100 à 136, elle devient, après l'obligation, de 1,44.

Dans l'armée Française, avant l'obligation, la mortalité par 100.000 soldats est de 100 environ. Après l'obligation elle n'est que de 0,827.

A Berlin, en 1871, 622,5 = en 1881, 4,7 = en 1891, 0,04.

Ces quelques notes paraissent suffisantes dans ce résumé.

Devant de tels résultats, la nécessité de la revaccination n'est plus discutable; l'obligation s'impose; en retarder la promulgation, est sacrifier des existences nombreuses, qui peuvent et doivent être conservées.

Difficultés et objections invoquées contre l'obligation

Pourquoi l'obligation n'existe-t-elle pas encore? — Plaçant en parallèle les désastres causés en France par la variole, et la presque disparition de la variole dans les États où la vaccine est obligatoire, il paraîtrait qu'une loi aurait dû, depuis longtemps, en proclamer l'urgence; mais des difficultés et des objections assez sérieuses en retardent l'application.

Nous étudions longuement ces diverses objections et les arguments qu'opposent les adversaires de l'obligation.

Nous résumerons en quelques lignes cette étude.

Obstacles dans nos colonies. — Ils sont produits par l'ignorance, la superstition, l'esprit religieux, l'apathie et surtout l'horreur qu'inspire le vainqueur et tout ce qui vient de lui.

En Cochinchine, la variole est une manifestation de l'esprit du mal; chercher à s'y soustraire est un sacrilège. En Algérie, les marabouts prétendent que, en inoculant les Arabes, on leur inocule le sang d'infidèles pour les rendre lâches. Au Sénégal, les indigènes croient que, pour les vacciner, on devra leur faire de larges entailles dans les chairs, et au moment des vaccinations. ils se cachent dans les bois. Le Malgache refuse la « tisane des blancs » à cause de l'usage de la « fratrida. » — Ailleurs, d'autres sentiments analogues, mais ce qui domine, c'est l'horreur du blanc et de tout ce qui vient de lui. Nos médecins coloniaux arrivent néanmoins à vaincre ces résistances.

Syphilis vaccinale. — La syphilis vaccinale, malgré les faits de Crémone, de Lapara, de Paris, est rare, très rare. Le Dr Aubert déclarait, en 1881, que sur 100.000 vaccinations opérées, chaque année, dans l'armée, il n'en avait pas vu un seul cas authentique. Nous-même, sur 10.000 vaccinations que nous avons pratiquées avec du vaccin humain, nous n'en avons jamais observé.

Du reste, aujourd'hui, le vaccin animal est seul exclusivement employé; cette inoculation vaccino-syphilitique n'est plus à redouter.

Insuffisance du vaccin. — En 1881, lors de la discussion de la loi d'obligation, l'insuffisance du vaccin fut l'un des principaux arguments invoqués pour la faire rejeter. Mais aujourd'hui, avec le vaccin

animal, dont l'abondance n'a pas de limites, cette insuffisance ne peut plus être considérée.

Les objections que nous allons examiner sont plus importantes, elles nous paraissent, cependant, pouvoir être facilement réfutées.

L'insouciance et l'inertie disparaîtront devant les résultats obtenus. — L'apathie et l'indifférence des populations sont certaines ; ainsi, à l'Académie de Médecine, sur 3,000 enfants vaccinés, près d'un tiers avaient été vaccinés de 3 à 5 ans ; ils sont donc présentés tardivement à l'inoculation ; pour les revaccinations, en dehors des Écoles et de l'Armée, elles sont rares.

Cependant, de tous côtés, on préconise la vaccination ; ses conséquences heureuses sont frappantes, et malgré cela, l'apathie des individus est et reste la même. Il ne faut donc compter que sur l'obligation légale, qui, seule, en aura raison.

La résistance individuelle sera insurmontable. — Nous ne le croyons pas ; car les familles amènent, d'elles-mêmes, leurs nouveau-nés à la vaccine ; survienne une épidémie, tout le monde se précipite vers le vaccinateur.

La vaccination n'est-elle pas facilement acceptée dans les Écoles, dans l'Armée ? Nous citons de nombreux faits démontrant que la résistance n'est pas à craindre ou peu à craindre.

L'isolement et les désinfections sont suffisants. — Ces mesures, appliquées avec soin, rendent de réels services ; mais elles ne peuvent arrêter les épidémies, ni surtout en empêcher le retour.

Les désinfections, faites dans les grandes villes, sont, en raison du matériel onéreux qu'elles nécessitent, impossibles dans les petites communes à budget restreint.

L'isolement, possible chez les familles riches ou chez les pauvres qui se réfugient à l'hôpital, est difficile et préjudiciable aux intérêts, dans les classes moyennes.

Ce ne sont du reste que des mesures auxiliaires, de protection relative, tandis que l'efficacité de la vaccine est absolue.

L'obligation est vexatoire et attentatoire à la liberté individuelle. — C'est un des plus gros arguments des adversaires. Certes la contrainte paraît toujours arbitraire ; mais disons de suite que l'intérêt général prime l'intérêt particulier.

Chacun a le droit de risquer tel danger, telle maladie qu'il lui plaira, mais à la condition que son imprudence ne nuise à personne ; et si, en agissant ainsi, il nuit à autrui, il n'est plus dans son droit ; et en le forçant à se protéger d'un mal qu'il peut communiquer, on n'attente

pas à sa liberté personnelle, mais on prend en mains, la préservation des autres, ce qui est un devoir pour nos gouvernants.

Cette obligation vaccinale est certainement moins vexatoire, moins attentatoire à la liberté, que l'isolement et les désinfections et serait bien moins nuisible aux intérêts particuliers, que bien d'autres mesures, telles que le service militaire, les impôts, les quarantaines, les expropriations et tant d'autres, instituées dans l'intérêt public et acceptées sans protestations. Nous signalons bien d'autres considérations qui ne peuvent trouver place dans ce résumé et qui confirment ce que nous avançons.

La variole, a-t-on dit, est une maladie inévitable. — En la détruisant on favorise l'explosion d'autres affections la suppléant. Cette opinion nous paraît une erreur profonde ; avant que la variole fût introduite en Europe, elle y était inconnue, et aucun fait n'autorise une telle affirmation ; nous croyons l'avoir démontré.

Donc, combattons la variole, sans craindre de la voir remplacée par d'autres affections.

Danger d'inoculer la tuberculose avec la vaccine. — Ce danger est certainement illusoire. Des très nombreuses statistiques que nous avons recueillies, il ressort que la tuberculose, chez les bovidés en bas âge, est extrêmement rare (5 sur 400,000 veaux autopsiés ; 2 sur 60,000 ; aucun sur 150,000)., etc., etc.

De plus, plusieurs expérimentateurs ont inoculé des jeunes veaux, avec du vaccin recueilli sur des animaux tuberculeux, sans jamais communiquer l'infection à ces jeunes veaux.

Du reste, la précaution que doivent prendre tous les établissements vaccinogènes, de ne livrer les virus qu'après autopsie du vaccinifère, enlève toute crainte d'infection tuberculeuse simultanée.

Difficulté de revoir les vaccinés pour constater les résultats de l'opération. — Cette difficulté ne nous paraît pas insurmontable. Lorsque le certificat de réussite de la vaccine sera exigé pour tous les actes de la vie, la population se soumettra à la nécessité de la faire constater.

Aucune difficulté de ce chef, dans les pays où existe une loi d'obligation ; pourquoi en serait-il autrement en France ?

Quelle sanction donner à la loi ? — Cette question est plutôt du domaine des Pouvoirs publics que de celui des médecins ; toutefois, ayant recherché ce qui se passe dans les autres nations, où de légères amendes, et, en cas de récidive, la menace de prison, ont eu raison des récalcitrants, au point que dans certaines, la variole a à peu près disparu, nous estimons que ces mesures doivent suffire.

Dans notre France, les habitants ne sont pas vaccinophobes; la vaccine obligatoire est acceptée par de nombreuses catégories d'individus, et nous sommes convaincu qu'une légère amende, et, au lieu de prison, une inscription des réfractaires aux portes des mairies, ainsi que, en 1881, l'avait proposé M. Liouville, suffiront pour vaincre l'indifférence, et seront une sanction suffisaute.

Avantages d'une loi d'obligation

Nous croyons avoir démontré l'inanité des objections et difficultés opposées à l'obligation ; nous présentons ensuite les avantages qu'elle offrirait et les arguments principaux qui plaident en sa faveur.

Elle triompherait de l'indifférence et de l'apathie. — Le public, en France, a peu d'initiative ; il attend tout de l'Etat ; si on lui imposait la vaccine, il l'accepterait. Elle est acceptée dans l'armée ; pourquoi en serait-il autrement dans la population civile ?

Donc, une obligation légale, sanctionnée par une légère amende, suffira certainement pour vaincre l'indifférence et l'inertie des individus.

Elle contribuerait à atténuer la dépopulation. — La dépopulation de la France s'accentue, tous les esprits éclairés s'en préoccupent; la variole détruit bien des existences; rappelons toutes les épidémies, celle, entre autres, de 1870-71 qui enleva 200,000 Français; la vaccine obligatoire les aurait conservés au pays, ainsi qu'on est en droit de le supputer d'après ce qui se passe dans les autres nations à obligation.

Rendons la vaccine obligatoire, et la dépopulation en sera d'autant atténuée.

Elle serait une économie pour le pays. — Dans une nation civilisée chaque individu, par le travail qu'il produit, peut être considéré comme un capital; donc, tout individu, conservé par la vaccine, est un capital économisé.

D'autre part, les médecins militaires ont calculé que le temps perdu par les hommes soumis à la vaccine au régiment représente annuellement, pour le budget de la guerre, une somme de 6 à 800,000 francs. Si donc, les individus étaient revaccinés avant leur arrivée au corps, cette somme serait économisée.

De ces deux chefs, l'économie serait donc réelle et sérieuse.

Elle rendrait moins nécessaires certaines mesures vexatoires. — En anéantissant la variole, la vaccine obligatoire rendrait presque inutiles certaines mesures, qui, telles que l'isolement et les désinfections, sont réellement vexatoires et attentatoires à la liberté individuelle.

Elle rendrait service surtout aux classes pauvres. — En effet, les classes riches se soumettent volontiers à la vaccination ; les classes pauvres, plus indifférentes, la négligent ; en la rendant obligatoire, on supprimerait, en quelque sorte, un privilège des riches, et on rendrait un réel service aux pauvres.

Elle est le seul moyen certain de faire disparaître la variole. — Les résultats obtenus en Allemagne et ailleurs en sont la preuve indiscutable.

Aucune autre maladie ne possède un remède aussi sûrement efficace.

Il est du reste remarquable que, dans toutes les discussions relatives à cette loi d'obligation, jamais aucune voix ne s'est élevée contre l'obligation dans l'armée, dans les écoles et dans les administrations où elle est imposée. C'est reconnaître son efficacité.

Sa valeur est donc indiscutable, et son efficacité admise par tous. Grâce à elle, la variole devra disparaître de notre cadre nosologique.

Elle permettrait la réorganisation plus parfaite du service de la vaccine. — Cette réorganisation tant souhaitée, tant réclamée par Depaul, ne pourra être parfaite que lorsque les crédits qu'elle nécessitera, pourront être justifiés par une loi, et par suite, accordés sans restrictions.

Actes administratifs concernant la vaccine

Nous avons dit que le Français, surtout dans les questions d'hygiène, a peu d'initiative, il compte trop sur l'État, qui, du reste, lui doit sa protection.

Qu'ont fait les Pouvoirs publics depuis la découverte de Jenner?

A peine la vaccine connue et son efficacité constatée, nous voyons toutes les autorités administratives, ministres, préfets, maires, évêques, curés et médecins, tous enthousiasmés, rivaliser de zèle et d'efforts pour propager l'usage de la nouvelle inoculation.

Nous avons eu, sous les yeux, en grand nombre, circulaires ministérielles, arrêtés préfectoraux et municipaux, mandements épiscopaux, toutes pièces d'un réel intérêt, recommandant, et certaines, imposant la vaccine.

Elle est imposée dans les Hospices, les Bureaux de bienfaisance, dans les écoles avec menace de fermeture de celles dont les directeurs n'exigent pas la vaccine de leurs élèves (1804).

Certes, dans les premières années du siècle, les Pouvoirs ont beaucoup fait pour l'expansion de la vaccine.

Depuis, de très utiles mesures ont été prises. Sont-elles suffisantes ? Nous ne citerons, dans ce résumé, que celles qui nous ont paru les plus importantes.

Résumé des actes administratifs relatifs à la vaccine depuis 1800 jusqu'à ce jour. — En 1800, création d'un comité médical, chargé des vaccinations.

En 1803, création d'un comité central de vaccine.

De 1804 à 1815. Nombreuses circulaires ministérielles enjoignant l'obligation de la vaccine dans les Ecoles, les Hospices, les Bureaux de Bienfaisance.

En 1810. Création des dépôts de conservation du vaccin.

En 1831. Nomination de membres vaccinateurs spéciaux.

En 1846. Le Ministre de la Guerre ordonne la vaccination des recrues.

En 1868. Le Dr Monteils présente au Sénat un projet de loi d'obligation qui est repoussé.

En 1876. La vaccination dans toute l'armée est prescrite en 1876.

En 1881. M. Liouville présente au Parlement un projet de loi qui est discuté et rejeté.

En 1882. Vaccination et revaccination des recrues.

En 1883. Revaccination dans les Lycées et les Collèges.

En 1884. La vaccination est obligatoire dans toutes les Colonies éprouvées par la variole.

En 1884. Vaccination et revaccination des hommes de toutes les catégories de l'armée.

En 1886. Elle est obligatoire en Cochinchine.

En 1892. Revaccination dans les Ecoles publiquee de tous les enfants âgés de 10 ans.

En 1893. Elle est décrétée obligatoire pour tous les étudiants en médecine et en pharmacie.

Aujourd'hui, la vaccination récente est exigée dans plusieurs des administrations de l'État.

Mais toutes ces obligations ne sont pas sanctionnées par une loi.

Là, se borne en France, l'obligation ; combien encore d'individus (ne fréquentant pas les Écoles, ou dispensés du service militaire, ou n'appartenant à aucune administration) combien de femmes surtout, réussissent à s'y soustraire ?

Mesures à prendre en attendant la loi d'obligation

En attendant la promulgation de cette loi d'obligation vaccinale, certaines mesures nous paraissent utiles : nous les avons étudiées

longuement et les avons jointes à celles qu'a proposées M. Hervieux en avril 1897.

Nous en donnons ici un résumé succinct.

1° Exiger l'application rigoureuse des articles de la loi sur la protection des enfants, relatifs à la vaccination des nourrissons, des nourrices et des gardiennes ;

2° Exiger sévèrement dans les écoles publiques et les maisons d'éducation la vaccine et la revaccination, ainsi que le prescrivent les circulaires ministérielles ;

3° Réorganiser l'Inspectorat médical et le service vaccinal dans toutes les communes ;

4° Exiger de toute jeune femme qui se marie un certificat de vaccination récente.

A ces mesures proposées par M. Hervieux, nous joindrons les suivantes :

5° Rappeler aux maires que, d'après les lois de 1789, 1790, an XII, ils doivent prendre toutes mesures nécessaires contre les maladies contagieuses : par conséquent, qu'ils peuvent imposer la vaccine contre la variole ;

6° Veiller plus sérieusement à l'exécution des décrets concernant la vaccination dans les écoles ;

7° Exiger, ainsi qu'il est fait dans les Postes et Télégraphes, le certificat de vaccine récente de tout candidat à l'entrée dans une administration de l'État ;

8° Exiger que les coffres à médicaments des navires de commerce soient pourvus de vaccin frais ;

9° Exiger de tout individu, sollicitant un secours d'une administration de bienfaisance, un certificat de revaccination récente ;

10° Recommander aux médecins vaccinateurs de surveiller scrupuleusement les effets de leurs opérations ;

11° Ajouter, dans les programmes des études, quelques notes concernant la vaccine et sa nécessité ;

12° Répandre, en abondance et à toute occasion, des instructions écrites, exhortant à la vaccine et en démontrant la nécessité ;

13° Obtenir des administrations départementales la gratuité absolue de la vaccine ;

14° Augmenter le nombre des inspecteurs d'hygiène et des médecins vaccinateurs et élever les indemnités qui leur sont allouées ;

15° Chercher à utiliser tous les agents susceptibles d'aider à la propagation de la vaccine ;

16° Accorder des récompenses à tous ceux qui se seront distingués par leur zèle pour l'expansion et la propagation de la vaccine.

Conclusions

1° La variole est une des affections qui ont causé la plus grande mortalité, et, encore aujourd'hui, elle contribue à élever le chiffre de la léthalité humaine;

2° Il existe contre cette maladie un remède absolument certain et d'un emploi facile : la vaccine;

3° La vaccination seule est insuffisante, l'immunité qu'elle procure est d'une durée limitée; il est urgent de recourir à la revaccination;

4° La revaccination arrête presque immédiatement la marche des épidémies varioliques; et, répétée, elle en éloigne le retour;

5° Si toute la population de la France y avait recours, nul doute, pour tous les médecins et les hygiénistes, que la variole s'éteindrait et disparaîtrait à jamais de notre cadre nosologique;

6° La vaccine animale permet d'obtenir du virus vaccinal en quantités suffisantes pour répondre aux revaccinations de toute la population;

7° L'indifférence, l'apathie et certains préjugés déterminent de fâcheuses abstentions; les épidémies trouvent ainsi des aliments toujours favorables à leur évolution;

8° Une loi, prescrivant l'obligation, pourra seule vaincre l'indifférence et la résistance opposées par quelques récalcitrants;

9° Dans les pays où la vaccination et la revaccination sont légalement obligatoires, la variole a à peu près disparu. Il en serait certainement ainsi en France, si l'obligation y était prescrite;

10° D'où la nécessité de contraindre tous les individus à se soumettre à la vaccine, et pour se protéger eux-mêmes, et pour la protection de leur entourage;

11° L'obligation ne cause aucun préjudice, elle est moins vexatoire, moins attentatoire à la liberté individuelle que bien d'autres mesures : isolement, désinfection, impôts, service militaire, quarantaines, expropriations, cependant acceptées;

12° Elle rendrait service surtout aux classes pauvres;

13° Elle contribuerait à atténuer la marche de la dépopulation si inquiétante;

14° Elle serait, pour le pays, en raison des existences humaines conservées et pour le budget de la guerre, une réelle et sérieuse économie;

15° La vaccine obligatoire est non seulement la plus certaine, mais aussi la seule mesure pouvant faire disparaître à jamais la variole.

16° Une loi d'obligation vaccinale est donc absolument urgente.

Nous terminons, Messieurs, en adjurant les membres de la section d'hygiène du Congrès de vouloir bien joindre leurs voix autorisées à celles tant de fois élevées par tout le Corps médical et toutes les Sociétés savantes, et d'adresser aux Pouvoirs publics un vœu tendant à ce que, au plus tôt, soit promulguée une loi rendant obligatoires la vaccine et la revaccination pour toute la population de la France et des Colonies françaises.

M. le Dr BERTIN
Correspondant de l'Académie de Médecine
Médecin de l'Hôtel-Dieu de Nantes

DES ACCIDENTS OBSERVÉS CHEZ LES OUVRIERS EMPLOYÉS DANS LES FILATURES DE CRIN [614.75]

— Séance du 11 août —

Je désire appeler l'attention de la Section sur les nombreux accidents graves et parfois mortels, observés chez les ouvriers employés dans les manufactures de crins filés. Cette industrie n'étant pas classée parmi les industries insalubres ou incommodes, les Conseils d'hygiène départementaux n'ont aucune qualité pour imposer à ces industriels des mesures prophylactiques pouvant garantir les ouvriers.

Mais pour obtenir un vœu de la section relatif à cette classification, je crois devoir relater ce qu'il m'a été permis de constater.

Depuis 1895, dans une manufacture de Nantes, 18 ouvriers et ouvrières ont été atteints de pustule maligne — 5 ont succombé — de plus 4 ont été soignés pour des phlegmons et des erysypèles provoqués par l'introduction sous la peau de parcelles de crins contaminés et sur lesquelles, arrachées des tissus où elles avaient pénétré, l'analyse bac-

tériologique avait déterminé la présence de nombreux staphylocoques et streptocoques.

Le premier cas observé en 1895 fut celui d'une ouvrière employée à la confection des brosses avec des crins blancs. Cette femme mourut d'un œdème malin, malgré la trachéotomie, consécutif à une pustule maligne, développée sur le menton.

Les crins manipulés par cette femme, saisis à son banc de travail, avaient donné, à l'analyse, les preuves qu'ils renfermaient un nombre considérable de germes charbonneux. Le corps du délit avait donc été découvert. Le doute n'était pas possible. La pustule maligne avait été provoquée par l'introduction d'un crin charbonneux.

J'insiste sur ce premier fait, car il nous a donné la preuve de la contamination de l'ouvrière par un crin infecté, et ensuite la possibilité de voir les objets préparés avec ces crins charbonneux employés plus tard, et devenir aussi eux la cause d'accidents charbonneux sur de nouveaux individus, chez lesquels l'étiologie du charbon semblerait bien obscure.

Les ouvriers employés dans ces filatures sont placés dans les ateliers suivants :

1° *Au déballage.* — Les crins venant d'Anvers, sont déballés au milieu d'abondantes poussières.

2° *Au triage.* — Les ouvrières assises placent dans des casiers les crins suivant les couleurs.

C'est l'atelier où nous avons constaté le plus de victimes.

3° Les crins blancs sont mis à part et blanchis par des lessives alcalines et oxygénées. — A la sortie du triage les crins de couleurs sont placés dans des batteurs munis de ventilateurs.

4° Du batteur les crins passent à la corde et à la filature.

5° Après toutes ces opérations, les crins en couleur sont placés dans une chaudière hermétiquement close et recouverts, pendant 20 minutes, de la vapeur d'eau à 1 ou 2 atmosphères.

6° Les crins sont alors aptes à subir la teinture.

Toutes ces manipulations mettent l'ouvrier en contact avec des parcelles très ténues des crins et si un animal charbonneux a laissé ses crins au milieu du ballot il est fort possible que des ouvriers soient atteints, au milieu de ces diverses opérations, de pustules malignes, provenant de l'introduction sous la peau d'un crin infecté.

Depuis 1847, Trousseau, Chauveau, Leroy des Barres ont signalé ces accidents et toujours on a constaté qu'ils étaient produits par des crins venant de l'Étranger, — Chine, Russie, Amérique du Sud.

Pour combattre ces accidents assez fréquents qui constituent une industrie homicide,

1° Faut-il demander la prohibition de ces produits étrangers en France? — Cela ne résoudrait pas la question, car les puissances étrangères s'empareront de cette industrie et nous inonderont de produits manufacturés avec des crins infectés.

2° Faut-il désinfecter?

Quand et avec quels produits?

a. L'emploi des vapeurs bactéricides — essence de térébenthine et formol — a donné des résultats incertains.

b. Désinfection par une haute température.

Il résulte de nos expériences et de celles entreprises au Laboratoire de bactériologie avec le concours des Drs Bramel et Rappin:

1° Une balle de crins ensemencés avec de l'eau contenant des spores charbonneuses a été portée pendant 30 minutes dans l'autoclave à 100°. — Les spores avaient perdu leur virulence.

2° Un ballot de crins ensemencés avec de l'eau contenant des spores est resté 30 minutes dans l'autoclave à 110°. A cette température, on a pu constater l'absence complète de tous germes sur plaques ensemencées avec l'eau de lavage de ces crins et de tout accident sur des animaux inoculés (Dr Bramel).

3° Les crins qui avaient déterminé la mort de la première ouvrière furent placés dans l'autoclave à 120° pendant 20 minutes et furent alors complètement stérilisés (Dr Rappin).

4° Des crins blancs furent placés dans l'autoclave de l'usine, laissés pendant 30 minutes, avec vapeur à 2 atmosphères. Le thermomètre placé au centre du ballot marquait 135°.

Les crins étaient stérilisés, mais ils avaient perdu leur valeur commerciale. Ils étaient devenus jaunes par la combinaison du suint avec la trame organique. (Bertin).

4° Des crins soumis dans ces mêmes conditions à 1 atmosphère 5, à une température de 120, avaient conservé leur valeur commerciale. Ils n'étaient pas brûlés et conservaient la même résistance à la traction. (Bertin).

Conclusions. — De ces expériences, on peut dire :

La désinfection des crins pourrait s'opérer aussitôt le déballage, en plaçant ces crins sur des claies disposées en étage dans l'autoclave qui recevrait de la vapeur à 1 atm. 5, ou à une température de 120°. Après cette désinfection préalable, les crins pourraient subir les manipulations décrites ci-dessus.

Mais comme les crins blancs, à la suite de cette action de la chaleur,

pourraient perdre un peu de leur couleur blanche pour passer légèrement au jaune, il est nécessaire que cette désinfection opérée à la sortie du déballage soit imposée à tous les industriels sans exception. Aussi nous demandons à la section d'Hygiène de vouloir bien, par un vœu, demander que cette question d'Hygiène publique soit d'abord soumise au Conseil supérieur du Commerce et de l'Industrie pour être renvoyée ensuite à l'Étude du Conseil Supérieur d'Hygiène publique qui est seul compétent pour indiquer les mesures prophylactiques destinées à sauvegarder la vie des ouvriers employés dans ces filatures et faire connaître le meilleur mode de désinfection des crins, sans nuire cependant à leur valeur commerciale.

Quant à la question de responsabilité du patron, nous croyons que devant l'absence de mesures prophylactiques indiquées par le Conseil supérieur d'Hygiène, devant l'impossibilité à l'industriel de reconnaître si, dans un ballot de crins qui lui est expédié d'Anvers il existe des crins infectés, le patron ne peut pas être responsable. Sa responsabilité ne commençant qu'au moment où il n'aura pas fait exécuter les prescriptions édictées par l'Administration. Or, aujourd'hui, son industrie n'étant pas classée, il ignore complètement les moyens de défendre ses ouvriers, et de plus, il est incapable de préciser le moment où son industrie peut devenir dangereuse, car le danger ne commence qu'au moment où des crins fournis par un animal charbonneux sont mélangés à des crins non dangereux.

M. le Dr BERTIN

Correspondant de l'Académie de Médecine
Médecin de l'Hôtel-Dieu de Nantes

SUR LE SYSTÈME LEFORT PROPOSÉ POUR LA FILTRATION DES EAUX DE NANTES [613.31]

— Séance du 10 août —

Dans mon étude sur la situation sanitaire de Nantes, en 1895, je me suis efforcé de démontrer que la fièvre typhoïde régnait dans notre ville à l'état endémique et qu'elle prenait parfois un caractère épidé-

mique et que cette maladie infectieuse avait pour étiologie la nature de l'eau distribuée aux habitants.

En effet, notre beau fleuve, coulant sur un fond de sable qui donne une eau potable de premier ordre, est contaminé, dans son parcours, à travers notre ville, par les déjections de tous ses habitants. Ce qui fait que, sans exagération, la population s'alimente véritablement avec une solution plus ou moins diluée de ses matières fécales.

En présence de ces faits démontrés par ce travail, on a songé à fournir aux habitants une eau plus pure; à cet effet, plusieurs systèmes de filtration ont été proposés, filtres Maignen, Anderson, Howatson.

Je ne m'occuperai pas de ces filtres qui opèrent la filtration par des procédés mécanico-chimiques, voulant seulement vous parler du système Lefort.

Avant d'adopter ce système, la Municipalité demanda au Comité Consultatif d'Hygiène de France son avis sur la valeur de ce procédé.

M. le Rapporteur, dans son mémoire, commença par déclarer qu'il fallait que la Ville fût mise en demeure de faire procéder à une reconnaissance générale de la région en vue d'y découvrir des sources, la Ville de Nantes ne pouvant être autorisée à s'alimenter avec l'eau de la Loire, à moins d'établir l'impossibilité de trouver des sources dans sa région.

M. l'Ingénieur Municipal vient de terminer son rapport sur cette question et dans une séance du Conseil d'Hygiène, il a déclaré qu'il lui était possible de procurer 7000 mètres cubes par jour d'eau de sources, situées dans les environs de Mortagne-sur-Sèvre, à 65 kilomètres de Nantes et à un prix de 50 francs par mètre de parcours, soit 3,250,000 francs.

Nous ne sommes pas très partisans d'un système qui exigerait une double canalisation; d'un autre côté, on sait que la quantité d'eau fournie par les sources est très variable et nous verrions avec crainte la population de Nantes, dans le cas de disette d'eau de source, pouvoir s'alimenter facilement à la canalisation chargée de distribuer les eaux non potables et contaminées.

Ce danger nous paraît très grand; aussi aurions-nous préféré voir le système Lefort établi d'une façon permanente et dans les conditions permettant de fournir facilement 20,000, 30,000 et même les 40,000 mètres cubes d'eau nécessaires à une population de 150,000 habitants, comprenant les communes de la banlieue, c'est-à-dire Chantenay, Doulon, etc.

Mais avant d'aborder les critiques qui ont été élevées contre le puits Lefort, je crois nécessaire d'en faire la description complète et d'y

joindre les dessins nécessaires pour permettre à l'esprit de se rendre un compte exact de la disposition de ces puits et de leur fonctionnement.

Massif filtrant

Le massif filtrant à l'intérieur duquel se trouve placé le puits proprement dit, serait établi au milieu du fleuve Ce massif est constitué par un îlot de sable de forme circulaire, ayant à sa partie supérieure 20 mètres de diamètre, et reposant sur un massif d'enrochements très solide et pouvant résister aux plus fortes crues

Les intervalles des pierres composant ces enrochements sont complètement garnis de sable en cours d'exécution, de manière qu'ils puissent travailler eux-mêmes à la filtration. Toutes les parties de l'îlot, (sable et cordon d'enrochements), reposent sur le lit du fleuve préalablement creusé à environ 5m 35 au-dessous des plus basses eaux, non seulement à l'emplacement du massif, mais dehors à une distance d'au moins 10 mètres.

Le cordon d'enrochements s'élève à 3m 50 au-dessus des plus basses eaux et forme une saillie de 2m 50 sur la partie supérieure du massif, revêtue d'un perré de pierres sèches.

La chaussée de l'îlot est pavée dans le voisinage du puits dont il va être question plus loin, et empierrée jusqu'à la crête des perrés arrondie par un couronnement en maçonnerie.

Puits proprement dit

Au milieu du massif se trouve le puits qui a 3 mètres de diamètre intérieur, et qui se compose d'une enveloppe en tôle galvanisée renforcée d'une maçonnerie de briques, dont le parement intérieur est revêtu d'un enduit de ciment. Le plafond du puits repose sur un massif de béton établi au fond du lit du fleuve. A 1 mètre au-dessus de ce plafond, est établi un premier rang d'orifices d'écoulement nommés barbacanes espacées d'environ 1m 18. Il en existe 8 dans une rangée.

A partir du premier rang, en remontant le puits, les rangées de barbacanes sont distantes de 50 centimètres, et les barbacanes sont alternées dans deux rangées successives. Le nombre total des rangées est de 18.

La rangée supérieure est à 2m 20 en contrebas de la plateforme. Chacune des barbacanes dont nous joignons ci-après *(fig. 3)* un croquis, se compose d'un cylindre en métal garni intérieurement de pierres cassées granitiques ; ce cylindre est fixé dans une gaine formant partie intégrante des parois du puits.

Une toile métallique recouvre extérieurement la gaine qui est fixe, alors que le cylindre peut-être enlevé au besoin pour le nettoyage des pierres cassées. L'eau après son passage à travers la barbacane, se rend par un conduit dans un collecteur horizontal qui reçoit toutes les eaux d'un même rang, ce collecteur a un orifice unique, commandé par un robinet-vanne qui peut-être manœuvré du dehors. Le conduit qui relie chaque barbacane au collecteur est muni d'un robinet qui permet, soit d'isoler la barbacane, soit d'en recueillir l'eau à part, soit enfin d'amener l'eau dans le collecteur.

A l'intérieur du puits se trouve un escalier tournant, descendant jusqu'au fond ; on peut ainsi visiter le puits dans toutes ses parties, le nettoyer, recueillir l'eau de chacune des barbacanes.

Une pompe spéciale permet de mettre le puits à sec, après avoir bien entendu fermé tous les collecteurs, et de le laver à grande eau.

Généralement le puits est fermé, mais on peut le ventiler au moyen d'une cheminée d'appel munie de manche à vent et de cheminée de sortie d'air.

Le puits peut être éclairé à l'électricité par plusieurs lampes à incandescence échelonnées à l'intérieur; une de ces lampes installée au-dessous du niveau de l'eau au fond du tube central autour duquel se développe l'escalier est munie d'un réflecteur; on peut ainsi juger de la limpidité de l'eau, de la chambre d'entrée en regardant par une ouverture pratiquée dans le tube.

Le puits est recouvert d'un pavillon de forme octogonale à parois en briques et couverture en zinc surmontée d'un lanterneau. C'est dans ce pavillon que se trouvent les volants de manœuvres des collecteurs, la roue de manœuvre de la pompe à main d'épuisement et la gaine de passage de la chaîne indiquant le niveau de l'eau dans le puits.

Nous laissons à dessein de côté le système d'aspiration et de refoulement de l'eau filtrée tombant à l'intérieur du puits : nous en donnons plus loin l'explication qui s'applique à un ensemble de puits donnant par jour un fort rendement en eau filtrée ; on comprend qu'un seul puits isolé nécessiterait une installation accessoire de pompe aspirante et refoulante.

Fonctionnement de l'ouvrage

Nous venons de décrire sommairement le massif filtrant et le puits installé à l'intérieur de ce massif; voici maintenant comment s'opèrera la filtration.

Le puits est au milieu du fleuve. L'eau qui coule au pourtour commencera à se filtrer dans les cordons d'enrochements bourrés du même sable qui constitue le massif filtrant et abandonne à la surface du sable les matières solides qu'elle tient en suspension.

Ces matières rentreront en partie dans les excavations des enrochements et viendront les colmater, mais ce dépôt qu'elles formeront, s'il va en augmentant, ne pourra jamais dépasser à l'intérieur le point où les sables bien colmatés ne pourront plus s'écouler et à l'extérieur le point où le courant exercera encore une action corrosive. L'espace ainsi défini une fois comblé, le massif devra évidemment laisser passer l'eau, s'il existe à l'intérieur des orifices faisant appel, et c'est précisément là le rôle que jouent les barbacanes. Après son passage dans les enrochements, l'eau devra traverser une couche de sable de 11 mètres d'épaisseur moyenne avant de rencontrer les ouvertures des barbacanes ; cette épaisseur est suffisante pour assurer la clarification complète de l'eau même dans le cas de crues du fleuve.

L'expérience faite à un puits d'essai (puits de l'île Beaulieu) établi sur la rive gauche de la Loire a démontré d'une façon péremptoire la puissance de filtration sur laquelle on est en droit de compter après complet colmatage des enrochements. Ce puits construit d'une façon sommaire à peu près dans les conditions générales que nous venons d'indiquer a été placé en arrière d'une digue construite il y a plus de cinquante ans. Les résultats des jau-

geages effectués dans ce puits alors que l'eau n'atteignait pas dans la Loire le niveau du sommet de cette digue doivent être évidemment considérés comme représentant la moindre quantité d'eau qu'on pourra tirer d'un puits dans les mêmes conditions de charge. Ces expériences ont permis d'évaluer le minimum de débit d'un puits exécuté dans les conditions exposées ci-dessus. Ce minimum atteindrait par jour un cube de 3,300m. Quant à la limpidité de l'eau qu'on obtiendra, elle ne fait aucun doute. Le puits de l'île Beaulieu a toujours en effet donné des eaux absolument cristallines alors même que la Loire était en crue et que les eaux qu'elle écoulait avaient absolument l'aspect du « chocolat clair ».

Situation des puits à établir en Loire, d'après un projet présenté par M. Lefort

Le Conseil d'hygiène de Nantes dans sa délibération du 8 janvier 1892 avait posé le problème à résoudre : il s'agissait de fournir par jour, à chaque habitant 250 litres d'eau limpide et saine. Dans ces conditions, en ajoutant au nombre d'habitants de la ville de Nantes celui de la banlieue qu'il convient également de desservir le volume d'eau nécessaire par jour pouvait être évalué à 40,000 mètres cubes Or, comme nous l'avons dit, un puits pouvant débiter au minimum 3,300m il y avait donc lieu pour obtenir le cube minimum demandé d'en installer une série de 12. Tel a été l'objet du projet présenté à la Ville de Nantes par M. Lefort. Le projet comporte même un nombre de 13 puits parce que le 13e servirait de rechange en cas de réparation d'un des autres. Le croquis ci-après *(fig. 1)* donne une idée de l'installation générale de ces puits. La largeur du massif est la même que celle du puits isolé dont il a été question plus haut. Dans le sens de la longueur, les massifs seront rejoints et forment un seul îlot dont les formes extrêmes sont celles d'une pile de pont. Les puits sont espacés de 40 mètres et séparés par des cordons d'enrochements transversaux qui, en consolidant la masse de l'îlot, permettent de changer le massif filtrant autour de chaque puits sans nuire au puits voisin.

Au-dessus du massif général se trouvent, indépendamment des pavillons qui surmontent chacun des 13 puits : un bâtiment de machinerie, un bâtiment de surveillants, une tête de siphon.

Machinerie. — Placé au milieu du massif filtrant entre le 6e et le 7e puits ce bâtiment contient des pompes centrifuges actionnées chacune directement par une machine à vapeur. Ces pompes aspirent l'eau filtrée par des tuyaux d'aspiration partant de chaque puits et venant se jonctionner à un collecteur et refoulent cette eau filtrée par un collecteur de refoulement qui part de la chambre des machines, traverse la crête du cordon d'enrochements longitudinal et se continue par un siphon traversant la Loire. A partir du siphon les eaux sont amenées par une conduite à une citerne installée près de l'usine élévatoire pour être ensuite distribuées en ville. Telles sont, d'une façon très sommaire, les installations permettant de recueillir toute l'eau filtrée tombant par les barbacanes au fond des puits et de l'amener dans une citerne où elle devra être reprise par les pompes élévatoires pour être distribuée aux habitants. Nous ne parlerons que pour mémoire du bâtiment des surveillants installé à l'extrémité aval du massif et destiné à recevoir le personnel chargé de l'entretien des puits et du fonctionnement des machines.

Dépenses

D'après l'évaluation du projet présenté, le montant total des dépenses résultant de l'installation complète d'un système de 13 puits filtrants, compris bâtiments, machines, tuyautages, citernes et installations diverses, s'élèverait à la somme de 2.000.000 fr.

Colmatage du massif filtrant. — Réparation du filtre

Nous avons dit plus haut qu'au point de vue du débit des puits, l'effet du colmatage ne peut être redouté ; nous avons cité l'exemple du puits de l'île Beaulieu, établi à l'arrière d'un cordon d'enrochements qui date de plus de 50 ans. A Basse-Indre et à Indret, se trouvent des puits établis en arrière de très vieilles digues en contact avec des eaux souvent très vaseuses, et l'eau s'y maintient claire et assez abondante. D'autre part, l'action du courant sur des talus en enrochements est indéniable ; il suffit pour s'en convaincre de visiter la digue du Migron, établie pour les travaux du Canal Maritime, le long de la Loire entre les Champs-Neufs et le Carnet. Dans ces parages, les eaux de Loire sont jaunes, limoneuses, très chargées, et cependant aucun dépôt de vase ne s'effectue dans les interstices entre les parois d'enrochements. Dans certaines parties démolies et réparées, il a été constaté que, par l'effet du courant, aucun dépôt de vase ne s'était formé à l'intérieur de la masse d'enrochements. Ce fait est probant. Mais supposons même qu'à la longue le filtre vienne à se colmater et à se peupler de colonies de microbes au point d'en être infecté. Dans ce cas le remède est assez simple ; le dessus des cordons d'enrochements longitudinaux qui forme une risberme de 2m 50 de largeur et permet la libre circulation autour des massifs, permet également l'installation éventuelle d'appareils (excavateurs ou machines élévatoires), pour déblayer la masse filtrante entre les cordons et pour remblayer ensuite à l'intérieur de ces massifs. Ces divers travaux se feraient en très peu de temps, on pourrait d'ailleurs procéder par roulement au moyen du puits de rechange, sans gêner, en quoi que ce soit l'alimentation de la ville.

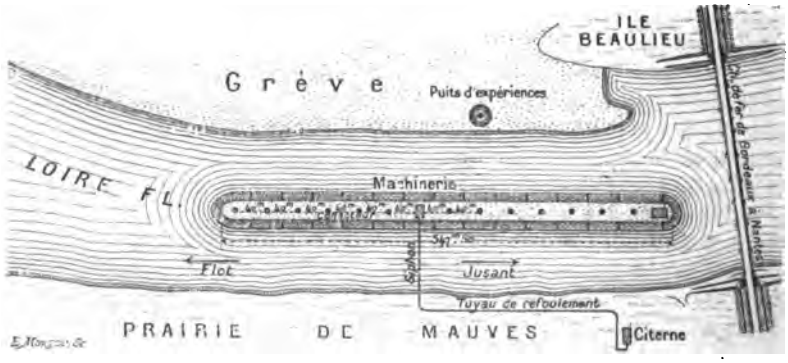


FIG. 1

Comme vous le voyez, le puits Lefort est un puits placé verticalement au milieu du fleuve, cimenté de toute part, et ne pouvant recevoir dans son intérieur que l'eau qui y serait amenée par l'ouverture des barbacanes, disposées horizontalement sur les parois, et placées à différentes hauteurs, de façon que l'eau, suivant le niveau de la rivière, puisse arriver, à volonté, par les barbacanes ainsi disposées;

Autour de ce puits se trouvera le massif filtrant composé de sable emprunté à la rivière et dont le volume peut être aussi considérable que possible.

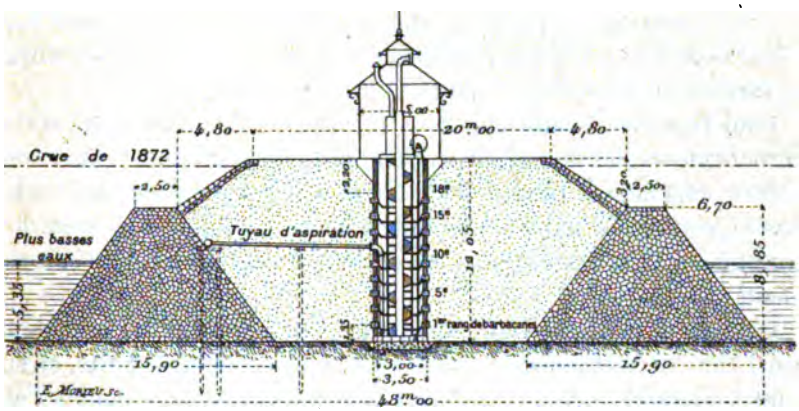


FIG. 2

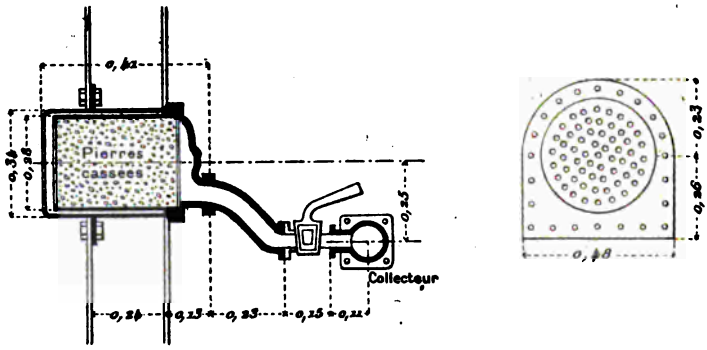


FIG. 3
Détails d'une barbacane

Pour maintenir ce massif filtrant dans les dispositions indiquées on le recouvrira d'un cordon d'enrochement ou pierré.

On garnira de sable les intervalles existant entre les pierres; ce qui fait que le massif filtrant aurait une épaisseur moyenne de 15 mètres dont 11 mètres de sable :

Telles sont les dispositions générales de ce puits contre lequel les critiques suivantes ont été formulées :

1. On a dit : Ce puits est comme tous les puits à sable, il devra se colmater ; que deviendra alors la filtration ?

D'abord remarquons que ce filtre est vertical et si dans le filtre à sable horizontal, le colmatage existe forcément par le dépôt lent des matières lourdes qui se déposent au fond, sur la couche filtrante de sable, le même inconvénient ne peut pas se produire dans un filtre vertical lavé incessamment par le courant du fleuve.

2. Ce colmatage se produira alors sur l'enrochement qui, peu à peu s'encrassant, ne permettra plus à l'eau d'arriver jusqu'au massif filtrant et l'arrivée de l'eau dans le puits se trouvera arrêtée.

Pour répondre à cette objection il suffit de jeter les yeux sur les enrochements des digues qui bordent la Loire. Ces digues sont construites déjà depuis bien des années et le perré est resté aussi lisse, aussi propre que dans les premiers jours ; en effet, le courant lave continuellement les surfaces et entretient parfaitement l'enrochement.

Il existe à la Basse-Indre un puits creusé le long de ces digues ainsi enrochées et jamais l'eau ne cesse d'arriver dans le puits, en suivant toujours le niveau du fleuve, ce qui prouve que depuis l'établissement de ce puits l'enrochement et la digue de sable n'ont jamais été colmatés au point d'empêcher la filtration de l'eau à travers la couche de sable au milieu de laquelle est creusé le puits.

3. On peut encore objecter que ce massif filtrant de 11 mètres peut, à un moment donné, après un fonctionnement plus ou moins long, finir par s'encrasser, qu'alors les propriétés filtrantes de cette couche de sable seront abolies et que l'eau arrivera dans le puits chargée de germes que le passage à travers les massifs filtrant n'aura pas arrêtés.

Admettons que cela soit possible et même que cela arrive au bout d'un certain temps ; l'analyse bactériologique de l'eau fournie par les barbacanes indiquera alors d'une façon très nette la partie du massif qui ne fonctionne plus et avec les engins dont dispose le service des dragages, il sera facile d'enlever immédiatement ces sables encrassés et de les remplacer par des sables neufs. Ce n'est pas à nos yeux un travail difficile, car le sable ne nous manque pas.

4. Une objection très sérieuse a encore été établie au sujet de l'identité absolue entre le massif filtrant projeté et le puits de l'île Beaulieu.

Il n'y a, dit-on, qu'une lointaine analogie entre l'alluvion de Beaulieu, dépôt naturel moderne dont la formation a exigé cependant une

longue série d'années et le sable extrait de la Loire et versé pour constituer l'îlot.

Certes, cette objection est très sérieuse mais il m'est permis de faire remarquer que le massif filtrant du puits Beaulieu reposait sur la grève de Beaulieu et qu'il avait été constitué à une hauteur de plusieurs mètres au-dessus du niveau de cette grève par des apports de sable retiré de la Loire et que malgré cette différence dans la constitution du massif, l'eau retirée à toutes les barbacanes, c'est-à-dire aux supérieures comme aux inférieures, avait toujours donné des résultats bactériologiques très satisfaisants. A l'époque, des expériences du puits Beaulieu, depuis le 1er jusqu'au 26 décembre 1889, 10 jours en janvier 1890, 11 jours en février et 14 jours dans les mois de mars, avril, mai, septembre, il est arrivé souvent que la Loire fût en crue et que son niveau dépassât de plusieurs mètres celui du puits Beaulieu, cependant l'eau y arrivait en traversant le sable rapporté, ce qui n'a pas empêché M. Miquel de constater à cette époque que l'eau puisée directement dans la Loire, le 22 mars 1890 accusait une moyenne de 9530 bactéries par centimètre cube tandis qu'on en trouvait que 73 dans l'eau du puits. Dans un autre essai, la proportion a encore été plus considérable. La moyenne étant de 24,000 bactéries pour l'eau du fleuve est tombée à 132 pour celle du puits.

Telles sont les observations que je désire soumettre à l'appréciation de la section d'hygiène et sans contester, en aucune façon, la supériorité des eaux des sources comme eau d'alimentation je ne puis m'empêcher d'exprimer le désir de voir la ville de Nantes adopter le système Lefort, de préférence aux autres systèmes de filtration, dans le cas où la quantité des eaux de sources serait insuffisante pour alimenter toute la population et cela pendant toute l'année, sans exception pour la période de sécheresse, ou dans celui, où les dépenses, pour amener cette quantité d'eau de sources seraient trop élevées pour notre budget.

M. Martial HUBLÉ
Médecin-major à la Direction du Service de santé
du XIe corps d'armée, à Nantes

DÉCROISSANCE PROGRESSIVE DE LA FIÈVRE TYPHOIDE DANS LE XIe CORPS D'ARMÉE (616.511)

— *Séance du 11 août* —

Autrefois la fièvre typhoïde était considérée comme un épisode naturel de la vie de caserne et, pendant longtemps, on ne s'étonna point de voir des épidémies meurtrières s'abattre sur les agglomérations militaires. On sait quel était le rôle de cette affection dans la morbidité et la mortalité du soldat : elle constituait invariablement la principale cause de décès par maladie aiguë dans l'armée.

Sans remonter à une époque bien reculée, la période des dix ou douze premières années qui succédèrent à la guerre franco-allemande fut marquée dans toute l'armée française par une morbidité et une mortalité typhoïdes très élevées ; mais c'est surtout des troupes stationnées sur cette portion du territoire, qui est actuellement la XIe région, qu'il est vrai de le dire. Ce fut l'époque des plus grandes épidémies de fièvre typhoïde, en particulier pour les garnisons des quatre départements de Finistère, Morbihan, Loire-Inférieure et Vendée.

Nous ne possédons pas de documents, antérieurs à la fin de l'année 1874, qui soient à la fois authentiques et complets, c'est-à-dire valables pour une statistique sincère de la fièvre typhoïde dans l'armée. L'histoire sanitaire des troupes endivisionnées avant l'application de la loi du 24 juillet 1873 sur l'organisation générale de l'armée est, en effet, mal connue. En outre, les diagnostics de fièvre continue, muqueuse, gastrique, inflammatoire..., qu'on retrouve dans les statistiques de l'époque (statistiques d'ailleurs purement numériques, nullement descriptives), n'autorisent pas suffisamment un groupement rétrospectif des maladies désignées sous ces diverses dénominations, bien qu'elles paraissent avoir été vraisemblablement de nature éberthienne.

Par suite, c'est une période de vingt-trois années, du 1er janvier 1875 au 1er janvier 1898, que notre étude a pu embrasser. Elle se trouve résumée dans les graphiques ci-joints, qui en disent plus que de longs commentaires. A eux seuls, ils suffiraient à apprendre quelle a été la marche de la fièvre typhoïde depuis la période lamentable (1875-1880), pendant laquelle un corps d'armée, alors composé d'un effectif de 11,000 à 15,000 hommes, comptait annuellement de 600 à 700 hommes ou davantage, atteints par cette maladie, et en perdait une centaine par an (v. graphique I).

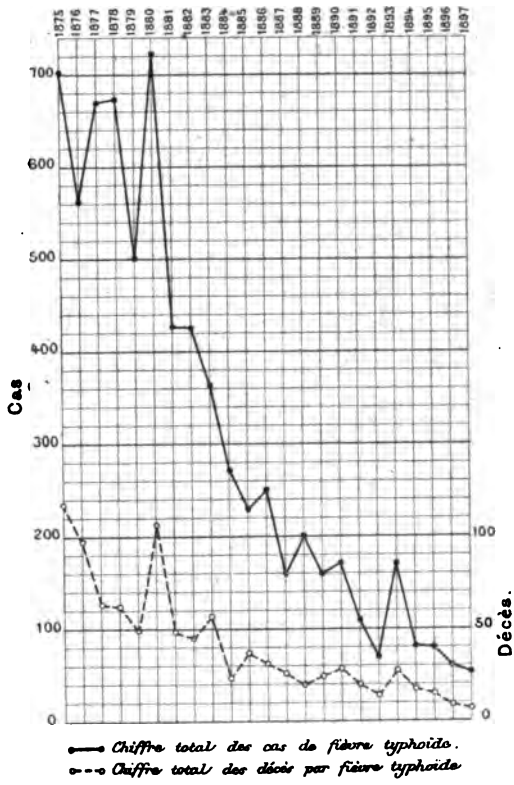


Fig. 1

Dans ces six années la fièvre typhoïde a frappé dans le XIe corps 3.840 hommes, soit l'effectif de deux forts régiments; elle en a tué près de 500, la valeur d'un bataillon!

L'année 1881 marque le début de l'amélioration sanitaire du corps d'armée au point de vue spécial de la fièvre typhoïde. En effet, pour un effectif sensiblement égal à celui des quatre années précédentes, le chiffre annuel des cas de dothiénentérie s'abaisse à 425, celui des

décès descend au-dessous de 50, pour chacune des deux années 1881 et 1882.

Mais c'est surtout à partir de 1883 que l'amélioration devient manifeste et progressive : dès lors, le chiffre annuel des manifestations typhoïdes suit une marche sans cesse décroissante jusqu'en 1885 et 1886, où le total annuel des cas n'atteint plus que 250 sur un effectif égal ou supérieur à 16.000 hommes.

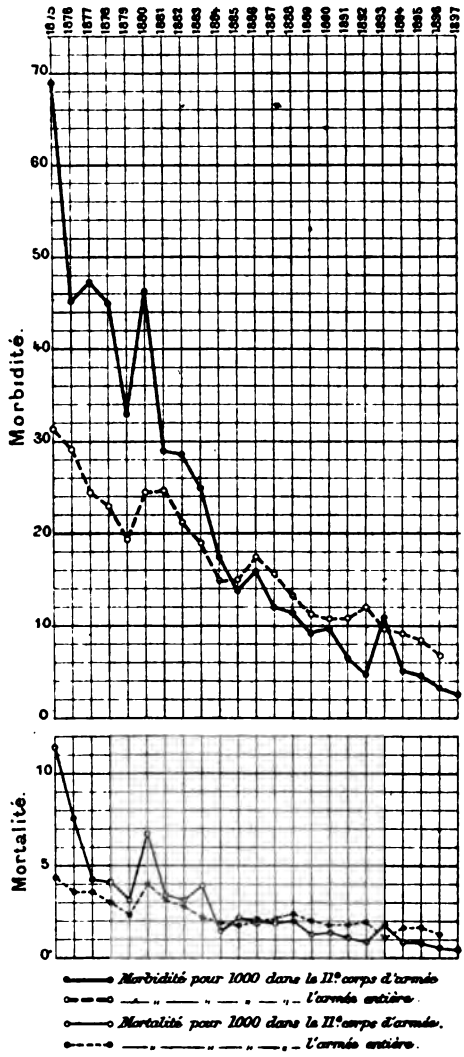


Fig. 2

Les années qui suivent voient la diminution du chiffre des atteintes se poursuivre nettement, quoique de façon un peu différente : de sorte

que la réduction, au lieu de se produire régulièrement chaque année de 1886 à 1891, survient seulement tous les deux ans.

La marche décroissante de la fièvre typhoïde s'affirme à nouveau tous les ans à partir de 1890 : et il semble que cette tendance définitive ne se fût pas démentie, sans l'apparition soudaine autant qu'inattendue, à la fin de 1893, d'une grave épidémie typhoïde dans la garnison de Fontenay-le-Comte. Effectivement sur 171 cas observés en 1893 dans tout le corps d'armée, 112 appartiennent à cette seule garnison.

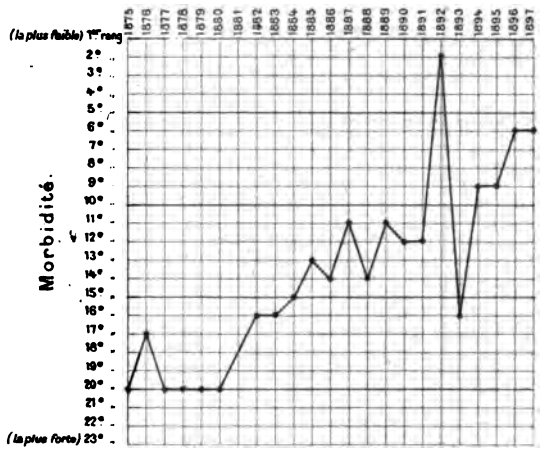


FIG. 3

Depuis lors, c'est à l'état simplement sporadique que la fièvre typhoïde s'est montrée dans le XIe corps, où la statistique de cette maladie se chiffre tous les ans par une réduction de plusieurs unités. Ainsi :

En 1894	on en comptait	84	cas donnant	16.	décès
1895	»	80	»	14	»
1896	»	61	»	8	»
1897	le bilan tombe à	51	»	7	»

pour un effectif total de 18.000 hommes, répartis entre dix-huit garnisons dont deux, celles de Nantes et Vannes, sont fortes respectivement de 3.200 et 4000 hommes en chiffres ronds. Il ne s'agit plus que d'atteintes isolées, extérieures aux casernes et à leur influence, et n'ayant rien de commun avec une épidémie.

La courbe des décès (graphique I) suit la même marche générale

que celle des cas à laquelle, toutes proportions gardées, elle est sensiblement parallèle.

En constituant le tableau chronologique des chiffres annuels des cas et des décès typhoïdes, nous avons établi le total de ces cas et de ces décès depuis le 1er janvier 1875 jusqu'au 31 décembre de chacune des années de la série.

Relevé numérique des cas et décès typhoïdes du XIe Corps d'Armée depuis le 1er janvier 1875

ANNÉES		TOTAL DES CAS		TOTAL DES DÉCÈS	
		PAR ANNÉE	Du 1er Janvier 1875 au 31 Décembre de l'année	PAR ANNÉE	Du 1er Janvier 1875 au 31 Décembre de l'année
1re	1875	706	706	115	115
2e	1876	563	1.269	96	211
3e	1877	668	1.937	62	273
4e	1878	674	2.611	63	336
5e	1879	504	3.115	47	383
6e	1880	725	3.840	107	490
7e	1881	427	4.267	49	539
8e	1882	424	4.691	45	584
9e	1883	362	5.053	56	640
10e	1884	271	5.324	23	663
11e	1885	231	5.555	37	700
12e	1886	247	5.802	33	733
13e	1887	161	5.963	25	758
14e	1888	202	6.165	19	777
15e	1889	158	6.323	23	800
16e	1890	172	6.495	26	826
17e	1891	110	6.605	20	846
18e	1892	72	6.677	12	858
19e	1893	171	6.848	28	886
20e	1894	84	6.932	16	902
21e	1895	80	7.012	14	916
22e	1896	61	7.073	8	924
23e	1897	51	7.124	7	931

Les résultats de ce calcul donnent lieu à d'intéressantes remarques :

La première année (1875), à elle seule, a fourni le 1/10me des cas et le 1/8me des décès des vingt-trois années ;

A moitié de la sixième année de la série (1880) il s'était produit juste autant de cas (3.562, moitié de 7.124) et de décès (465, moitié de 931),

qu'il s'en est produit depuis ce deuxième semestre de 1880 jusqu'au 31 décembre 1897, c'est-à-dire en 17 ans et demi;

A moitié de l'année 1882, c'est-à-dire en 7 ans et demi, les trois quarts des cas de la série (4,343 sur 7,124) s'étaient produits; — le dernier quart est réparti de façon inégale et décroissante, sur les quinze et 1/2 dernières années;

Enfin, du 1er janvier 1891 au 31 décembre 1897, c'est-à-dire dans les sept dernières années, le total enregistré de 629 cas typhoïdes est inférieur à ce qu'était le chiffre moyen (640) d'une seule année de la période 1875-80. Il en est, à peu de chose près, de même pour les les décès : du 1er janvier 1891 au 31 décembre 1897, la fièvre typhoïde n'a pas causé plus de 105 décés, tandis qu'aux premiers temps de la série ce chiffre était atteint ou dépassé en une seule année.

*
* *

Jusqu'à présent, nous avons envisagé les chiffres absolus des cas et des décès, sans les rapporter aux effectifs dans lesquels ils se sont produits. Le graphique II établit ces données relatives, d'un intérêt encore plus grand. Non seulement on retrouve ici la confirmation de cette décroissance graduelle de la morbidité et de la mortalité typhoïdes calculées d'après les effectifs de chaque année; mais encore ce graphique nous apprend que, pendant cette période de près d'un quart de siècle, *l'abaissement de la morbidité et de la mortalité*, rapportées à 1.000 hommes d'effectif, *a été, au XIe Corps d'Armée, beaucoup plus marqué qu'il ne l'a été dans toute l'armée française dans le même temps.*

Dans les premières années, la morbidité et la mortalité typhoïdes du XIe corps atteignaient des proportions très supérieures à la moyenne de l'armée entière. Suivant le graphique II, d'année en année, l'écart diminue, les lignes se rapprochent, puis se croisent vers 1884 et 1885, époque à laquelle l'égalité dans les proportions est obtenue.

Enfin, depuis treize ans, la proportion des cas et celle des décès typhoïdes dans le XIe corps ont été toujours (sauf en 1893 : épidémie de Fontenay) inférieures aux proportions correspondantes dans l'armée entière, et les lignes du diagramme, après s'être rencontrées, divergent de nouveau, mais en sens contraire.

La conséquence prévue de ces remarques est le classement, de plus en plus honorable, du XIe corps d'armée dans l'échelle de la morbidité annale par fièvre typhoïde, des différents corps d'armée de l'intérieur, gouvernements militaires ou divisions d'Afrique.

A ce point de vue particulier, dans la statistique médicale officielle

de l'armée publiée par le Ministère de la Guerre, la comparaison s'exerce chaque année entre 23 unités, savoir :

1° Le Gouvernement militaire de Paris ;

2° Les 18 corps d'armée de la métropole (jusqu'en 1897 inclus) ;

3° Les 4 divisions d'Algérie-Tunisie.

Dans cette échelle d'appréciation, basée sur la morbidité typhoïde rapportée uniformément à 1.000 hommes d'effectif total, il est clair que le corps d'armée dont la morbidité a été la plus faible prend le premier rang, le dernier rang revenant à celui dont la morbidité a été la plus élevée ; le rang moyen est ainsi de 11 à 12.

Or, en considérant notre graphique III, il est facile de se rendre compte des gains successifs faits par le XIe corps sur un assez grand nombre d'autres.

Les numéros successifs de classement du XIe corps pendant les vingt-trois dernières années, semblent répondre à trois périodes :

De 1875 à 1880, le XIe corps d'armée a presque constamment occupé le vingtième rang sur vingt-trois, d'après sa morbidité typhoïde calculée pour 1,000 hommes ;

De 1881 à 1888, il ne descend plus au-dessous du seizième rang, tendant toujours à se rapprocher de la moyenne qu'il va jusqu'à atteindre ou dépasser (1887) ;

De 1889 à 1897, après s'être maintenu à la moyenne pendant trois années, le XIe corps gagne, en raison de sa morbidité décroissante, les rangs les plus honorables, auxquels il semble devoir se maintenir désormais ; pour la raison déjà signalée (épidémie de Fontenay), l'année 1893 fait seule exception aux chiffres de cette série, heureuse et apparemment durable.

Ce n'est pas que la morbidité et la mortalité moyennes de toute l'armée, par fièvre typhoïde, ne soient également dégressives. Les chiffres officiels en font foi :

La *morbidité* causée par cette maladie dans l'armée entière est tombée de 32 pour 1,000 (1875), au-dessous de 8 pour 1,000 (1897), c'est-à-dire qu'elle a diminué des trois quarts depuis vingt-trois ans ;

La *mortalité* typhoïde dans toute l'armée, considérée pendant le même laps de temps, est tombée de 4,5 pour 1,000 (1875) à 1,2 pour 1,000 (1897), c'est-à-dire qu'elle est devenue quatre fois moindre.

Le XIe corps d'armée, par l'amélioration obtenue dans l'état sanitaire des troupes, est de ceux qui ont le plus honorablement concouru à ce beau résultat, puisque, dans ce corps, en vingt-trois ans :

La *morbidité* typhoïde est descendue de 68,5 pour 1.000 à 2,8 pour 1,000, c'est-à-dire qu'elle est devenue 24,4 fois plus faible ;

Et la *mortalité* typhoïde est tombée de 11,36 pour 1,000 à 0,44 pour 1,000 hommes d'effectif, c'est-à-dire qu'elle est devenue 25,7 fois plus faible.

∴

Un pareil résultat était particulièrement difficile à obtenir dans cette région, où les groupes militaires se trouvent en général dans des conditions extrinsèques franchement défavorables; nous avons retenu cette boutade humoristique d'un confrère breton, qu'en Bretagne et en Vendée « la tuberculose tue la population et la fièvre typhoïde fait vivre les médecins » !... Admettons que cette désolante assertion soit empreinte d'une pointe de pessimisme, il n'en est pas moins vrai que là sont les deux véritables fléaux des populations bretonnes et vendéennes.

Le fait n'a rien qui nous doive surprendre. Dans la plupart des villes de nos quatre départements nous voyons des logements insalubres, des latrines le plus souvent malpropres, parfois même, dans certains quartiers, immondes et transformées en véritables cloaques; des fosses d'aisances non étanches ; nulle part l'adoption du « tout à l'égoût » ; des égoûts en pitoyable état, un sous-sol conséquemment infecté. Le manque d'eau courante, parfois l'absence d'eau potable y constituent en outre d'importants facteurs du développement et de la diffusion de la fièvre typhoïde.

Nous croyons ne manquer ni à la vérité ni à la courtoisie en appréciant que, dans la XIe région, la plupart des conseils municipaux ou départementaux ont grand besoin d'être améliorés et instruits des choses de l'hygiène; les conseils élus ne sont pas assez persuadés qu'en cette matière toutes les fractions de la population sont solidaires.

Dans certaines circonstances, surtout à une autre époque, les soldats ont pu contribuer à propager les maladies transmissibles ; mais actuellement, presque toujours ils sont au contraire victimes de contaminations indépendantes des casernes et des exercices militaires. Ces contaminations reconnaissent le plus souvent pour origine l'organisation défectueuse des services d'eau d'alimentation, de la voirie, le manque d'éloignement des matières usées, l'absence ou la contemption des moyens de désinfection publique, le défaut d'isolement des contagieux, enfin la violation trop fréquente de la loi du 30 novembre 1892, en ce qui concerne la déclaration des maladies contagieuses.

Dans les villages et les campagnes, la situation est aggravée par différentes causes dont les plus communes sont : l'assiette singulière d'un grand nombre de maisons, enfouies en quelque sorte dans des

bas-fonds très humides ; le faible cubage des locaux et, surtout, la stagnation de l'air et la rareté de la lumière solaire dans des chambres surpeuplées ; la promiscuité entre bêtes et gens ; l'accumulation des fumiers au voisinage des habitations, l'état marécageux des cours au-sol perméable, l'infection des puits à ciel ouvert et passibles d'infiltrations.

Aussi ne se passe-t-il pas d'année où les cantonnements, pendant les manœuvres, ne soient la source d'un nombre variable de cas militaires de dothiénentérie, ceux-ci presque toujours gravement infectieux.

*
* *

Le recrutement régional et le contact incessant qu'il entretient entre les jeunes éléments de l'armée et les populations rendaient quelque peu chimérique à première vue, en réalité toujours malaisé, l'assainissement des groupes militaires dans une région si peu favorisée au point de vue de l'hygiène.

Il a été obtenu cependant, comme sanction de nombreuses et importantes mesures d'hygiène et de prophylaxie successivement réalisées, depuis que le corps de santé militaire, s'éclairant des travaux de l'École Pastorienne, a pu engager une libre et victorieuse lutte contre l'infection et l'intoxication.

Ces améliorations, nous les rappellerons brièvement.

C'est la ventilation nocturne, insensible et permanente, établie dans les chambres de troupe au moyen de gaînes d'aération, munies ou non de la boîte à voile flottant Renard, heureusement combinées avec la pose aux fenêtres de vitres doubles incomplètes, à ouvertures contrariées, du médecin-principal Castaing. C'est le blanchiment périodique fréquent des murs au lait de chaux ; — l'imperméabilisation des planchers au coaltar ; — l'enlèvement des poussières à l'état humide. — C'est la propreté corporelle des hommes, assurée par la création de lavabos et de bains par aspersion. — C'est l'augmentation des rations en campagne et aux manœuvres ; la variété apportée dans l'alimentation du soldat ; ce sont les repas pris dans des réfectoires. C'est la transformation des anciennes latrines à fosses fixes, en système à tinettes mobiles, garnies suivant le procédé Goux.

Néanmoins, ces perfectionnements accumulés ne parvenaient pas à assurer suffisamment la santé du soldat, et la fièvre typhoïde continuait d'exercer ses ravages en particulier dans certaines garnisons. Ce fut la notion de la grande fréquence de l'origine hydrique des

maladies infectieuses qui fixa l'attention d'une manière spéciale sur l'eau utilisée en boisson.

Jusqu'en 1888-1889, la qualité des eaux d'alimentation de la plupart des garnisons du XIe corps était très suspecte. L'eau des puits, si souvent contaminée, servait à alimenter la troupe dans le plus grand nombre des casernes.

Cette époque marque le début d'une ère nouvelle dans l'hygiène militaire : à la suite d'études poursuivies dans toutes les places sur la valeur des eaux potables consommées dans les casernes, la plupart des puits furent condamnés ; des eaux de source furent données aux casernes dans toutes les localités où cela fut possible. A défaut d'un régime d'eaux de source, et en attendant que les villes fussent en état d'en distribuer de bonnes, la filtration s'imposait. Après une période de tâtonnement et d'essais, des filtres Pasteur-Chamberland ont été installés en 1889 et 1890.

Pour juger de l'étendue du bénéfice que retirèrent de cette mesure les garnisons jusqu'alors les plus cruellement éprouvées, il est utile de jeter un coup d'œil sur l'épidémiologie des principales garnisons : elle peut être résumée de la façon suivante :

Epidémiologie sommaire par garnison

Nantes. — De 1875 à 1878, la fièvre typhoïde régna à l'état endémique dans une même caserne, ancien couvent malsain, mal entretenu et encombré. Ce seul casernement fournit en quatre ans, 600 cas environ et 80 décès ! La troupe y consommait l'eau de deux puits, qu'une analyse tardive dénonça comme profondément infectés par des matières organiques.

L'évacuation de cette caserne amena d'emblée une réduction de 60 0/0 de la morbidité typhoïde de la garnison.

A partir de cette époque et durant quelques années, l'endémie subsiste modérée, avec quelques exacerbations épidémiques pendant la période estivo-automnale.

Deux petites épidémies fixent l'attention : elles étaient manifestement d'origine hydrique; les groupes buvant de l'eau de source furent épargnés.

Le service municipal des eaux ne s'est pas amélioré; l'eau de la Loire, transformée en eau d'égout et, en outre, dissolvant des toxines dans les tuyaux de la canalisation, continue à empoisonner la popu-

bas-fonds très humides ; le faible cubage des locaux et, surtout, la stagnation de l'air et la rareté de la lumière solaire dans des chambres surpeuplées ; la promiscuité entre bêtes et gens ; l'accumulation des fumiers au voisinage des habitations, l'état marécageux des cours au-sol perméable, l'infection des puits à ciel ouvert et passibles d'infiltrations.

Aussi ne se passe-t-il pas d'année où les cantonnements, pendant les manœuvres, ne soient la source d'un nombre variable de cas militaires de dothiénentérie, ceux-ci presque toujours gravement infectieux.

* *

Le recrutement régional et le contact incessant qu'il entretient entre les jeunes éléments de l'armée et les populations rendaient quelque peu chimérique à première vue, en réalité toujours malaisé, l'assainissement des groupes militaires dans une région si peu favorisée au point de vue de l'hygiène.

Il a été obtenu cependant, comme sanction de nombreuses et importantes mesures d'hygiène et de prophylaxie successivement réalisées, depuis que le corps de santé militaire, s'éclairant des travaux de l'École Pastorienne, a pu engager une libre et victorieuse lutte contre l'infection et l'intoxication.

Ces améliorations, nous les rappellerons brièvement.

C'est la ventilation nocturne, insensible et permanente, établie dan les chambres de troupe au moyen de gaînes d'aération, munies ou n de la boîte à voile flottant Renard, heureusement combinées avec pose aux fenêtres de vitres doubles incomplètes, à ouvertures cont riées, du médecin-principal Castaing. C'est le blanchiment périodi fréquent des murs au lait de chaux ; — l'imperméabilisation planchers au coaltar ; — l'enlèvement des poussières à l'état hum — C'est la propreté corporelle des hommes, assurée par la créati lavabos et de bains par aspersion. — C'est l'augmentation des ra en campagne et aux manœuvres ; la variété apportée dans l'alim tion du soldat ; ce sont les repas pris dans des réfectoires. C transformation des anciennes latrines à fosses fixes, en syst tinettes mobiles, garnies suivant le procédé Goux.

Néanmoins, ces perfectionnements accumulés ne assurer suffisamment la santé du soldat, et la fiè nuait d'exercer ses ravages en particulier dans Ce fut la notion de la grande fréquence de l'o

maladies [illegible] ie profon-
l'eau utilis[illegible] nberland-
Jusqu'en 18[illegible] e produire
des garnis[illegible]
vent contam[illegible]
nombre d[illegible] une vieille
Cette é[illegible] né ; en 1879
militaire [illegible] ion probable
valeur d[illegible] ellente qua-
des puits [illegible] ie, la fièvre
caserne [illegible]
régime d'[illegible]
d'en dist[illegible] les puits des
de tâtonn[illegible] 886, dans une
instal[illegible] its fut inter-
Pour [illegible] le source, de
les garnis[illegible] bserve plus
de jeter [illegible] adie est tou-
elle peu[illegible]

lon venu du
re typhoïde
ont le corps
1886, légère
res fécales).
Nan[illegible] é rapportée
nique [illegible] aine.
terr[illegible]
env[illegible] considérées
qu'une [illegible] son de terre
matiè[illegible] hoïde et 263
L[illegible] mpue ; l'en-
60 [illegible] t incomplet
A[illegible] 1890). L'eau
si[illegible] s mauvaise
pér[illegible] x de surface
nges à l'état
de la fièvre
origine fécale
taires met en
ces épidémies
nsé

lation nantaise[1]. Quant au puits de la ville, ils sont pour la plupart infectés ou du moins très suspects en raison de l'infection profonde du sous-sol. En outre, Nantes n'a pas un réseau d'égouts. Aussi la fièvre typhoïde est-elle endémique dans la population.

L'installation des filtres dans les casernes date de 1889. Depuis lors, les manifestations typhoïdes dans la garnison, généralement isolées, reconnaissent, 8 fois sur 10, pour cause la consommation en ville d'une eau contaminée. Le plus grand nombre des atteintes se produit chez des irréguliers (ordonnances, ouvriers d'état, employés) vivant plutôt en ville qu'à la caserne.

Angenis. — Trois épidémies se produisirent à une époque (1875-1881) où la troupe faisait usage de l'eau d'un puits qui recevait des infiltrations de fosses non étanches. L'interdiction du puits et l'imperméabilisation des fosses enrayèrent la fièvre typhoïde pendant cinq années. En 1886, une petite épidémie, reconnue d'origine hydrique, fut produite par la consommation d'eau de la Loire, le fleuve étant souillé par des villages en amont, où régnait la fièvre typhoïde.

La Roche-sur-Yon. — De 1875 à 1886, c'est une série d'épidémies, survenant tous les deux ou trois ans ; quelques-unes furent l'occasion d'une mortalité considérable. En 1883, la statistique enregistrait 180 fièvres typhoïdes et 38 décès, puis, en 1886, 109 atteintes et 16 décès. Ce fut alors que la fermeture de tous les puits qui, jusque-là, alimentaient la caserne, supprima d'une manière absolue la fièvre typhoïde dans la garnison ; ce succès ne s'est pas démenti depuis douze ans. La garnison fait usage d'eau de source, filtrée à la caserne.

Fontenay-le-Comte. — A signaler dans cette garnison : en 1875, une grave épidémie typhoïde d'origine ignorée, de très longue durée, et vraisemblablement entretenue par transmission des germes, non détruits, dans un vieux casernement évacué l'année suivante. En 1881-1882, épidémie militaire coïncidant avec épidémie urbaine diffuse. Dès cette époque, l'eau de la ville fut incriminée et soumise à une épuration relative. Nouvelle période de calme absolu jusqu'en 1893 (novembre) où, brusquement, 112 hommes (1/7 de l'effectif) de la garnison surprise dans sa sécurité trompeuse, furent gravement empoi-

1. Nous croyons devoir rappeler que cette communication a été faite au mois d'août 1898. Or, il faut dire qu'à la fin de décembre, la ville a été alimentée par une nouvelle prise d'eau, établie à 2 kilomètres en amont. Mais ce n'est là qu'une demi mesure ; ce n'est pas de l'eau de source, c'est toujours l'eau de la Loire, brassée deux fois par jour par les marées, et distribuée sans filtration.

sonnés par l'eau du service municipal, laquelle fut reconnue profondément contaminée. La dotation de la garnison en filtres Chamberland-André n'a plus permis, depuis, à la fièvre typhoïde de se produire dans la troupe à Fontenay.

VANNES. — En 1878, une épidémie se cantonne dans une vieille caserne, dont la population s'alimentait à un puits contaminé ; en 1879 et en 1880, des faits semblables se produisent sous l'action probable de la même cause. Depuis 1884, une eau de source d'excellente qualité alimente toute la garnison, où, depuis cette époque, la fièvre typhoïde est tombée à l'état d'exception.

AURAY. — Jusqu'en 1886, la troupe consommait l'eau des puits des casernes, qui fut reconnue infectée ; petite épidémie, en 1886, dans une vieille caserne qui fut abandonnée ; de plus l'usage des puits fut interdit pour la boisson. La garnison consomme de l'eau de source, de qualité assez médiocre, mais filtrée à la caserne. On n'observe plus de fièvre typhoïde dans la garnison, alors que cette maladie est toujours faiblement endémique dans la population civile.

BELLE-ILE-EN-MER. — En 1875, dès l'arrivée d'un bataillon venu du continent, éclate pour la première fois une épidémie de fièvre typhoïde dans la garnison de Belle-Ile. On a pensé que l'épidémie, dont le corps souffrait déjà avant son départ, avait été importée. En 1886, légère épidémie d'origine hydrique (eau souillée par des matières fécales). Récemment, une petite série de cas de fièvre typhoïde a été rapportée d'une façon manifeste à l'infection accidentelle d'une fontaine.

LORIENT. — Les casernes de Lorient ont été longtemps considérées comme des nécropoles. Il y a quelque trente ans, la garnison de terre y comptait, dans une seule année, 1,043 cas de fièvre typhoïde et 263 décès ! De 1885 à 1890, c'est une série à peu près ininterrompue ; l'endémo-épidémie est encore représentée dans un régiment incomplet par 243 fièvres typhoïdes et 24 décès en deux ans (1888-1890). L'eau d'alimentation (canalisation municipale) était de la plus mauvaise qualité, les drains du service d'eau recueillant des eaux de surface dans une vaste zone où se pratique l'épandage de vidanges à l'état frais ! Aussi, dans la population civile, l'endémicité de la fièvre typhoïde s'explique-t-elle aisément : elle est à Lorient d'origine fécale et a l'eau pour véhicule. L'histoire des épidémies militaires met en évidence la part de l'eau de boisson dans l'étiologie de ces épidémies et leur suppression immédiate, frappante, comme conséquence de

l'usage exclusif d'eau filtrée au moyen du filtre Chamberland, depuis 1890.

Pontivy. — La garnison de Pontivy ne compte depuis vingt-trois ans que deux épidémies de fièvre typhoïde, en 1882 et 1884. Ces épidémies se déclarèrent dans le quartier de cavalerie établi en bordure du Blavet, petit cours d'eau servant, en amont du quartier, de lavoir et d'égout. Les puits de la caserne, qui servaient alors à l'alimentation, étaient en échanges souterrains avec la rivière. La fièvre typhoïde a disparu de la garnison de Pontivy depuis l'amenée d'excellente eau de source (1885).

Quimper. — Jusqu'en 1881, la caserne fut visitée par plusieurs épidémies de fièvre typhoïde dont l'une, en 1880, ne fournit pas moins d'une centaine de cas sur un effectif d'environ 800 hommes ; il y eut 12 décès. La garnison consommait alors l'eau des trois puits de la caserne, fortement contaminés par des infiltrations. Celui de ces trois puits reconnu le plus malsain fut condamné en 1881, et quelque incomplète que fût cette mesure, elle suffit à abaisser aussitôt la morbidité typhoïde du régiment à 35, 30 et 20 cas par an. En 1890-91 la garnison reçoit des filtres Chamberland : du coup, la fièvre typhoïde tombe à zéro et s'y maintient jusqu'au dernier jour de 1897. Depuis 1895, à l'eau des puits filtrée on a substitué de bonne eau de source (service de la ville), malheureusement en quantité insuffisante.

Brest. — La fièvre typhoïde constitue dans la population de Brest une endémie faible mais permanente. L'histoire des épidémies militaires nous apprend cependant que là n'a pas été la cause de la fièvre typhoïde dans la garnison. En effet, la caserne du château fut autrefois célèbre comme foyer d'épidémies, qui s'abattirent presque sans désemparer, de 1875 à 1880, sur les effectifs qui y étaient logés, à l'exclusion presque absolue des autres casernes.

Après l'épidémie de 1880, qui frappa 201 hommes et occasionna 52 décès, le casernement fut temporairement évacué, et les conditions en furent améliorées. Entre toutes choses on supprima d'immondes latrines, cause évidente des épidémies. Le système, par lequel on s'était proposé de déverser « tout à la mer », ne remplissait aucunement son but, de telle sorte que de vastes anfractuosités du roc, sur les flancs du château, étaient remplies d'invraisemblables quantités de matières fécales, qui, depuis de nombreuses années, fermentaient à

l'air libre, se désséchaient sur place et étaient transportées par les vents jusque dans la caserne. Outre ce qui fut jeté à la mer, on enleva deux cents tombereaux de ces matières.

L'assainissement de cette partie du château réduisit à peu près à néant les atteintes typhoïdes dans la garnison de Brest, où, depuis seize ans, elles se comptent chaque année par unités sporadiques.

A Brest, l'eau de boisson est, comme par le passé, d'excellente eau de source, distribuée en quantité illimitée.

Morlaix. — Pour ne comprendre qu'un effectif réduit (1 bataillon), cette garnison a été proportionnellement éprouvée d'une façon assez sévère. Plusieurs épidémies s'y sont produites, de 1875 à 1885 ; les plus importantes ont été observées en 1878, 1880, 1885. L'étiologie de ces épidémies est obscure. En 1890, une épidémie qui sévissait sur la population civile atteignit un petit nombre d'hommes du détachement : cette épidémie fut rapportée au transport des poussières fécales provenant d'importants travaux de terrassements dans un sol infecté. D'autre part il faut savoir que jusqu'alors, l'eau de boisson provenait de sources qui furent dénoncées à ce moment comme étant polluées. Une captation nouvelle donna de l'eau de bonne qualité et la fièvre typhoïde ne se produisit plus dans la garnison. L'excellence de l'état sanitaire fut seulement troublé en 1893 par un petit groupe de 5 cas de fièvre typhoïde, contractés ensemble, dans un cantonnement : ces cinq hommes avaient bu l'eau d'un puits contaminé, dans une ferme des environs.

Landerneau. — Nous n'aurions pas parlé de cette petite ville, dont la garnison, composée d'une compagnie, reçoit de bonne eau et n'avait pas fourni, depuis d'assez nombreuses années, de cas de fièvre typhoïde, s'il ne s'y était produit un groupe de 7 cas en juillet et août 1896. L'enquête établit que les soldats atteints avaient fréquenté un lavoir public où on lavait des linges provenant de typhoïdiques de la ville. Ce lavoir fut interdit à la troupe.

En résumé, 13 garnisons du corps d'armée ont souffert d'épidémies typhoïdes.

Le nombre de ces épidémies a été de 51 en 23 ans.

Sur ce nombre on trouve :

	NOMBRE		
	d'épidémies	De garnisons où elles se sont produites	
Épidémies remontant à une époque reculée et dues à des causes inconnues	9	5	
Epidémies dont l'origine hydrique est probable	20	11	
Epidémies dont l'origine hydrique est certaine	11	6	
Epidémies d'origine directement fécale, ne semblant pas avoir eu l'eau pour véhicule, mais les poussières fécales transportées par l'air	10	3	BREST MORLAIX NANTES
Epidémie due à la contagion médiate par l'intermédiaire des eaux d'un lavoir (origine fécale)	1	1	LANDERNEAU
	51		

Les épidémies des premières années de la série étant dépourvues d'intérêt étiologique, nous n'en tiendrons pas compte ici. Considérant seulement celles qui se sont produites dans le XIe corps depuis une quinzaine d'années, il est permis d'avancer, d'après le relevé ci-dessus, que *sur 42 épidémies typhoïdes*, d'importance et de gravité variables, *il en est 31 qu'on a pu rapporter à l'influence* soit certaine, soit probable, *de l'eau de boisson* comme véhicule de l'agent pathogène.

C'est surtout sur des faits d'observation que repose l'origine hydrique de ces épidémies ; mais ces faits suffisent. En effet, faute de technique suffisamment précise, on ne pouvait, il y a quelques années, fournir le plus souvent la démonstration du bacille d'Eberth dans les eaux suspectes ; puis, existât-il, que même avec les procédés actuels (Elsner), on peut ne pas le reconnaître, on peut ne pas le trouver du tout dans un échantillon donné d'une eau pourtant infectée par le bacille typhoïgène. Souvent de nombreux germes saprophytes, des bactéries de la putréfaction, le colibacille, ont été rencontrés dans les eaux incriminées.

Ce qu'on ne saurait contester, c'est que la dotation en eaux potables. soit à l'état naturel, soit après purification au filtre Chamberland, des garnisons qui en étaient dépourvues, a réduit au minimum les

atteintes de fièvre typhoïde dans le XIe corps d'armée. C'est, en effet, de 1889-1890, que date dans presque toutes les garnisons qui le composent la cessation des manifestations de cette maladie à l'état d'épidémies. Les rares épisodes épidémiques de cette nature qui se sont produits depuis cette époque, dans certains groupes, ont relevé encore de l'influence hydrique, survenue dans des circonstances particulières et bien déterminées. (Fontenay, Quimper).

Quelle que soit la très légitime sécurité inspirée par la bougie Pasteur au point de vue de l'arrêt des bactéries, la porcelaine est impuissante à intercepter les toxines dissoutes qui, dans certains cas, peuvent se trouver dans les eaux; c'est pourquoi à la moindre menace d'une épidémie, toute l'eau de boisson est distribuée bouillie, à l'état d'infusion très légère de thé. La garantie, de la sorte, est absolue.

Malheureusement, on ne peut empêcher les soldats, dont l'alimentation en eau pure dans les casernes est assurée avec un soin jaloux, de boire au dehors de l'eau contaminée; et les enquêtes établissent que c'est là l'origine la plus fréquente des cas extérieurs.

Ce n'est pas tout, dès l'apparition d'un cas de fièvre typhoïde confirmé ou simplement suspect (et aujourd'hui la séro-réaction de Widal, pratiquée soit sur place, soit à distance, grâce au procédé de transport imaginé par le médecin principal Antony, rend de plus en plus rares les cas indéterminés), les dangers de contagion sont aussitôt réduits au minimum, grâce à la *désinfection*. Les parquets et les murs sont stérilisés par des lavages ou des pulvérisations antiseptiques; les vêtements, les fournitures de literie des contagieux ou présumés tels, sont soumis à l'action de la vapeur sous pression à 115°, soit dans l'étuve Geneste et Herscher, que possèdent les grandes garnisons, soit, pour les garnisons moins importantes, à l'aide du type plus récent, moins coûteux, plus facile à transporter et à manutentionner, que nous devons à MM. le médecin principal Vaillard et le médecin major Besson.

C'est à l'ensemble de ces mesures d'hygiène qu'on doit l'amélioration sans cesse poursuivie, graduellement obtenue et définitivement acquise, de la situation sanitaire du XIe corps d'armée, classé jadis parmi les plus déshérités, actuellement au nombre des plus épargnés.

Nulle part le triomphe de la prophylaxie, basée sur la connaissance des causes des maladies générales, n'est moins discutable que dans notre armée de terre; mais il est peu de fractions de cette armée où les résultats acquis fassent, plus que dans le XIe corps, honneur à la perspicacité, à la vigilance et à l'énergie des éminents chefs techniques auxquels a été si heureusement confiée la direction sanitaire

des effectifs. Il convient aussi de reconnaître la part de succès qu'il faut attribuer à la sollicitude et à l'autorité du commandement, qui a fait de ces mesures préventives une obligation disciplinaire.

MM. A. CHARRIN et J. de NITTIS
à Paris

LES POISONS DE L'AIR ET LA RÉSISTANCE ORGANIQUE

[614.72

— Séance du 10 août —

Si l'on envisage les différentes conditions qui rendent si variable la marche des maladies, on est amené à reconnaître l'influence prodigieuse du milieu atmosphérique. Et nous n'avons pas seulement en vue ces faits jusqu'à un certain point explicables, comme l'influence salutaire du sanatorium ou de l'air marin sur les tuberculeux, malades par contre, si rapidement aggravés par le séjour dans les hôpitaux. : nous faisons allusion surtout à ces prédispositions morbides, à ces contagions de cause obscure où la médecine d'autrefois voyait l'œuvre de miasmes subtils.

Pour reprendre un exemple déjà cité, une équipe d'ouvriers est occupée à récurer un canal, à remuer des terres boueuses : s'ils deviennent malades, faut-il admettre, au mépris de toutes les lois physiques, pour expliquer les accidents qui éclatent chez ces hommes, que des microbes se sont échappés de la matière gluante remuée ? Ne s'agit-il pas, plutôt, d'une intoxication par des substances volatiles ? Et les épidémies diverses, ne les voit-on pas frapper plus rudement les individus qui vivaient dans une atmosphère infecte et confinée, où pourtant les germes du fléau récent n'existaient pas plus qu'ailleurs.

Toutes ces influences atmosphériques, assez obscures et mystérieuses, ont été oubliées du jour où l'on a connu cet agent plus concret appelé le microbe ; le vieux terme de miasme a même disparu du vocabulaire scientifique.

Pourtant, aujourd'hui, par la considération primordiale du terrain,

la théorie microbienne plus compréhensive se relie à la vieille doctrine des tempéraments qu'elle éclaire et complète, commence-t-on à comprendre les modifications que les poisons aériens peuvent apporter à la composition des humeurs, des plasmas, comme au mécanisme des diverses fonctions organiques.

Nous nous sommes demandé si, dans l'espèce, la rareté des recherches expérimentales ne tenait pas à leur difficulté ; si, en effet, nous avons entrepris des expériences à ce sujet, c'est que nous avons eu entre les mains le matériel d'une merveilleuse et simple ingéniosité que le professeur d'Arsonval avait autrefois combiné pour Brown-Séquard.

Déjà, par la collaboration de ces deux maîtres, avait été mis en relief l'un des effets de l'encombrement : la respiration normale contient une base volatile toxique ; les animaux qui respirent l'air déjà utilisé par une autre respiration manifestent des troubles graves ; la mort a lieu dans un délai assez restreint. — Les accidents (donnée à la vérité contestée) sont bien dûs à une base volatile et non à CO^2, car la potasse ne dépouille pas cet air vicié de ses principes toxiques, retenus au contraire par les acides.

Le dispositif utilisé soit par ces savants, soit dans nos essais, consiste en une série de récipients qui communiquent entre eux au moyen de raccords étanches ; chacune de ces cages est fermée en bas par un orifice qu'on fait plonger dans l'eau, par où se déversent les excréments et l'urine ; un couvercle hydraulique assure la fermeture. Au moyen d'une trompe, on détermine à travers l'ensemble de ces cages un léger courant d air.

Rien n'est plus facile, dès lors, que de forcer cet air à barboter à travers des toxines avant son entrée dans ces cages où l'on dispose ainsi d'une atmosphère confinée chargée de produits volatils.

Nous avons choisi le bacille pyocyanique en raison de l'odeur de ses cultures : cette odeur laisse en effet supposer une proportion assez notable de poisons diffusibles dans l'air ; de plus elle fournit un moyen de contrôler la bonne marche des essais.

Ceci exposé, voici comment nous avons institué l'expérience.

Dans deux séries de cages, côte à côte, nous avons disposé un nombre égal de cobayes : les uns passaient quelques heures chaque jour dans une atmosphère chargée de principes puisés dans des cultures pyocyaniques ; les autres, à titre de témoins, étaient placés un temps égal, dans un air qui avait barboté dans l'eau pure.

Tous ces animaux recevaient une même dose de culture pyocyanique, soit avant d'être introduits dans l'appareil, soit après y avoir

déjà séjourné; dans ce dernier cas, ou bien ils étaient extraits définitivement des cages ou bien ils y étaient placés à nouveau. — On peut donc résumer en disant qu'ils étaient inoculés — animaux en expérience et témoins, — avant pendant ou après ces conditions de respiration spéciale qu'on leur imposait.

Expérience I. — Deux cobayes A et B respirant des toxines volatiles depuis le 15 juin sont inoculés le 1er juillet et remis immédiatement dans l'air chargé de ces toxines pyocyaniques; l'un meurt le 3. l'autre le 12 juillet.

Témoins. Deux cobayes C O, de poids correspondant chacun à ceux de A et de B. respirent en même temps une atmosphère simplement chargée de vapeur d'eau. — Inoculés au même instant et à la même dose que A et B, l'un meurt le 4 juillet, l'autre survit indéfiniment.

Expérience II. — Cobaye, deux signes à la patte postérieure droite, pesant 445 grammes, respire durant 11 jours, pendant 3 heures en moyenne, les produits volatils. — Le 2 mars il reçoit de 1cc de culture, puis on lui fait de suite respirer les toxines : il meurt le 4. — Un second cobaye témoin, de même poids, mis à respirer l'air humide, inoculé en même temps, meurt le 5 mars.

Expérience III. — Quatre cobayes, dont deux contrôles. — Les animaux sont soumis à la respiration anormale avant et après l'inoculation du virus, qui est faite le 1er juillet. — Le 4, on trouve mort un cobaye qui respire les toxines, plus un témoin; le 11, le deuxième cobaye qui respire ces toxines, a succombé. Le deuxième contrôle survit indéfiniment.

Expérience IV. — Le jeudi 7 juillet, on inocule une même dose de virus, 1,5cc, à deux cobayes — L'un, de 530gr, marqué d'un feu sur le nez, est introduit dans l'air chargé de toxines : il meurt le 9. — L'autre, pesant 475gr respire de l'air chargé de vapeur d'eau : il ne succombe que le 13.

Ici, la respiration des toxines, faite postérieurement à l'injection de virus, aggrave l'infection.

Essais avec H^2S

Une seconde série d'expériences a été entreprise au moyen de l'acide sulfhydrique. — La première cage avait été munie de deux ouvertures : par l'une entrait l'air, par l'autre beaucoup plus petite pénétrait le gaz, après avoir barboté de façon à permettre la mesure du

volume. — Nous avions réglé le débit relatif de ces deux gaz de manière à ce que l'atmosphère des cages ne déterminait pas de trop graves accidents chez nos cobayes. — En outre, avant d'arriver aux trompes, l'air à sa sortie des cages, traversait des flacons laveurs de potasse qui retenait H^2S pour empêcher sa diffusion dans l'air du laboratoire.

Nous insisterons peu sur cette expérience, les résultats bruts en ayant été peu frappants.

Les cobayes inoculés (A) avant, ou (B) pendant les séances d'intoxication sulfhydrique se sont montrés plus sensibles à l'infection : les cinq animaux inoculés dans ces conditions sont morts en deux jours, tandis que deux des témoins correspondants, sur les cinq, ont survécu.

(C) Pourtant, nous n'avons pas enregistré de prédisposition particulière à l'infection chez les animaux soumis à quelques séances d'intoxication, puis laissés à l'air libre à partir du moment de leur inoculation.

La facilité plus grande de cette infection sous l'influence du poison aérien était due, dans les expériences (A) et (B), à une action sur l'organisme et non sur le microbe : en effet, ensemencé à chaque nécropsie, le germe du pus bleu retiré des cobayes soumis à l'intoxication aérienne, pyocyanique ou sulfhydrique, a poussé souvent sans pigment, ce qui tend à prouver une diminution de sa vitalité.

Quand même affaibli, le virus tue plus aisément l'animal, ce résultat indique à quel point l'organisme présente une réceptivité accrue.

En ce qui concerne H^2S, cette réceptivité ne paraît pas persister longtemps ; c'est tout ce que prouve l'expérience C.

Expériences avec CO^2

Le même dispositif a été utilisé pour l'acide carbonique : deux essais paraissent assez nets.

Expérience I. — Cobaye C, 470 grammes, une marque au feu sur le nez, est mis à respirer de l'air chargé de CO^2, trois heures en tout chaque journée, avec des intervalles de repos, pendant trois jours. — Le 4 juillet, il reçoit 2^{cc} de virus pyocyanique, aussitôt après sa sortie de la cage.

Le 5 au matin, il meurt ; sa mort est bien due au virus, car il présente à l'autopsie une exsudation fibrineuse du foie, souvent observée dans l'infection pyocyanique.

Cobaye D, 500 grammes, marqué sur le dos, témoin, injecté en même temps que le précédent, ne périt que dans la soirée du 5.

Expérience II. — Cobaye M. 750 grammes, respire comme C, est injecté en même temps, ne succombe que le 25 juillet. — Le cobaye N, pesant 744, ne paraît pas malade; il a dépassé légèrement son poids primitif.

* * *

Si l'on prend en masse les résultats exposés jusqu'ici, on voit qu'ils se rapprochent sensiblement de ceux d'Alessi. — Cet auteur maintenait des animaux dans des cages à claire-voie, au-dessus des ouvertures d'égout; il vérifiait ensuite la diminution de leurs défenses contre l'infection.

En somme, nous avons jusqu'ici constaté simplement sous une forme nouvelle et dans des conditions aussi proches que possible de celles de la vie pratique, des faits que l'ensemble des données courantes laissaient supposer : nous avons vu une intoxication favoriser une infection.

Il ne nous semble pas sans intérêt pourtant de retenir la donnée du poison sulfhydrique, exerçant une action sur les bacilles qui pullulent dans un organisme vivant; ce gaz, en effet, dans plus d'une circonstance peut se rencontrer dans l'atmosphère d'une salle de malade, en particulier quand des cabinets d'aisance aussi proches que mal entretenus sont le point de départ de certaines émanations.

Influence de la respiration des toxines avant l'inoculation du bacille.

Nous avons séparé des autres résultats de la respiration dans une atmosphère chargée de principes pyocyaniques les cas où, pratiquée seulement avant l'inoculation du virus, cette respiration semble avoir fait apparaître une augmentation de résistance.

Déjà Gamaleïa et Brühl ont soutenu que le vibrion avicide fabrique des toxines vaccinantes, qu'ils ont recueillies par distillation et injectées sous la peau. Mais nous voulions surtout reproduire autant que possible les conditions de la pratique; nous cherchions dans l'expérimentation quelque chose qui réponde aux opinions courantes, pour les nier ou les confirmer.

C'est ainsi qu'on accorde assez communément aux médecins une résistance particulière à l'égard des maladies contagieuses qu'ils sont appelés à traiter : nous citons cet exemple parce qu'il paraît se présenter quelque chose d'équivalent dans quelques-uns des faits expérimentaux qui nous restent à exposer.

Disons tout de suite que notre dernier essai nous contraint d'apporter une sensible restriction aux résultats qui semblaient jusqu'alors démonstratifs. C'est que, dans des expériences de cette nature où l'on opère avec des quantités impondérables et pour ainsi dire insaisissables, la vérité ne se dégage pas avec l'évidence brutale d'un essai de sérum thérapeutique, par exemple : il s'agit le plus souvent de modifications légères, qui ne se traduisent que par des survies relatives ; il est aisé de rester en deçà ou au-delà du but ; on comprend en tout cas facilement la variété dans les effets enregistrés.

Expérience I.— Cobaye M, trois marques sur le nez, corps blanc, la partie postérieure du corps jaune sauf la patte postérieure gauche qui est blanche ; poids 490 gr. — Respire les toxines du 2 mai au 18, avec 3 journées de repos (les 7, 14 et 16 mai) soit 14 jours, en moyenne 3 heures, ce qui fait 42 heures en tout ; il est inoculé sous la peau, avec 1,^{cc}5 de culture pyocyanique, le 22 mai : mort le 28.

Cobaye N, quatre marques sur la tête, corps noir avec la partie postérieure gauche jaune ; poids 540 gr. ; respire avec le précédent ; inoculé comme lui le 22 mai, il meurt le 25.

Témoins. — Cobaye R, 3 marques transversales sur le dos, pèse 445 gr., respire l'air humide en même temps que M et N respirent les toxines ; inoculé également le 22 mai ; meurt le 24.

Cobaye S, quatre marques sur le dos ; jaune avec un cercle blanc sur le dos et le nez blanc ; poids 525 grammes. — Inoculé le 22 ; périt le 25.

Les animaux qui respirent préventivement les toxines présentent une survie de 9 jours, les témoins une survie de cinq seulement.

Expérience II. — 2 cobayes pesant respectivement 460 et 510 grammes, marqués sur le nez et sous le cou, respirent les toxines du 23 mai au 12 juin, avec 3 journées de repos, les 28 mai 4 et 11 juin, soit 17 jours, 3 heures chaque fois. — Inoculés ensemble avec 1^{cc}5 de virus pyocyanique le 15 juin, ils meurent l'un le 18, l'autre le 25 juin.

Deux animaux de contrôle de 485 et 515 grammes, portant une brûlure sous le cou, respirent, comme témoins, de l'air chargé simplement de vapeur d'eau ; inoculés le 15, ils meurent le 18 et le 19 juin.

Survie des animaux qui respirent les toxines : 10 jours + 3 = 13 jours. — Survie des témoins : 3 jours + 4 = 7 jours.

III. — Sans entrer dans le détail de toutes les expériences analogues, mentionnons encore quelques détails. — Nous mettons à respirer

une nouvelle série de quatre cobayes, dont deux témoins ; la dose de virus (2cc5), injectée à chacun d'eux, les a tués en moins de 20 heures de façon qu'on ne put savoir le lendemain lesquels étaient morts en premier lieu.

Cette dernière expérience contraint de dire que l'augmentation de résistance, déterminée par l'inhalation préventive des toxines pyocyaniques, ne présente pas assez d'activité pour protéger sûrement les animaux contre les fortes doses de virus.

*
* *

En résumé, les poisons volatils, comme les acides sulfhydrique ou carbonique, les toxines instables du pyocyanique, font fléchir les défenses de l'organisme vis-à-vis d'une infection ; mais on ne saurait expliquer ces cas par une action sur les germes, certains de ces poisons affaiblissant d'une manière visible leur vitalité.

Il semble, d'autre part, que des toxines répandues dans l'air inspiré soient capables de provoquer un léger accroissement dans la résistance organique, en tout cas chez l'animal en expérience inoculé après ce traitement.

En définitive, quand un individu qui a séjourné dans une salle d'hôpital contracte une des affections dont sont porteurs quelques-uns des malades de cette salle, on n'est pas obligé d'admettre qu'il a été contaminé, inoculé par les microbes pathogènes en activité chez ces malades. — Ce mode de contagion est assurément possible ; cet individu, après avoir touché soit directement les infectés, soit leur linge ou tout autre objet utilisé par eux, a pu, par exemple, souiller ses aliments : néanmoins, une autre interprétation se dégage de nos recherches.

Que rencontre-t-on dans ces salles d'hôpital, en fait d'infection, sinon des processus à streptocoques, à staphylocoques, à pneumocoques, à bacterium coli, c'est-à-dire sinon des pyrexies causées par des germes qui tous existent sur nos surfaces de revêtement, passant de temps à autre dans la circulation, plus spécialement à l'heure de la digestion, pour être rapidement détruits par les humeurs bactéricides antitoxiques ou par les cellules phagocytaires. Mais si ce passage s'effectue à l'instant où la respiration de CO^2, de H^2S ou de toxines volatiles a affaibli la résistance, le microbe, loin d'être anéanti, pourra pulluler, évoluer, secréter.

Dans cette hypothèse, il ne s'écoule pas d'intervalle entre la pénétration de ces principes volatils et la mise en jeu des bactéries ; par suite l'accroissement de force ne saurait faire sentir ses effets.

Ces expériences permettent d'entrevoir une explication pour ces explosions de maladies infectieuses jusqu'à ce jour si difficiles à comprendre.

Voici, par exemple, l'influenza qui un beau jour frappe une ville entière de plusieurs milliers d'habitants en moins de 24 heures! Comment concevoir la genèse de tels accidents? Faut-il admettre que chaque personne a reçu le germe pathogène? Cette explication est difficile à soutenir, surtout quand on sait que les infiniment petits transportés par l'air, sont souvent atténués par la dessication, l'oxygène, l'ozone, la lumière, les courants de divers ordres, la température. Par contre, on conçoit que l'atmosphère contienne un principe qui, respiré par une foule de personnes en un court espace de temps, affaiblisse toutes ces personnes de la même façon, puisque l'élément débilitant est identique. Dès lors, les habitants soumis à une telle influence, incapables de réagir contre elle, se trouvent placés dans un état de réceptivité morbide qui, par son identité pour chacun de ces habitants, prépare les voies au même agent pathogène, à l'un de ceux qui constituent les hôtes habituels des revêtements cutanés ou muqueux.

M. le Dr DEKTEREW

Membre du Conseil municipal de Saint-Pétersbourg

LES INSTITUTIONS SANITAIRES DE LA VILLE DE SAINT-PÉTERSBOURG ET LEUR ORGANISATION

— Séance du 11 aout —

Chaque pays, chaque ville possède son organisation sanitaire propre et quelquefois originale. Il est très souvent instructif de connaître son mode d'action, surtout en cas d'épidémies.

La capitale de « Toutes les Russies » s'est créé depuis des années une organisation spéciale, qui permet à la municipalité de savoir à temps le commencement d'une maladie contagieuse tendant à se pro-

pager et revêtir un caractère épidémique et d'y porter prompt secours la combattant dès son apparition même, dès son début.

Il m'a paru utile de porter à la connaissance de la section ces procédés d'organisation du corps médical dans une ville de 1,200,000 habitants (recensement de 1897), qui lui permet d'être toujours en garde et donne une vigilance constante au pouvoir municipal, auquel chez nous est confiée la salubrité générale de la ville.

A la tête des institutions sanitaires de la ville se trouve « la commission sanitaire municipale » ayant trait à toutes les mesures hygiéniques à prendre et dirigeant le «corps sanitaire ».

Elle a sa part dans le budget annuel de la ville, voté par le conseil municipal et s'adresse directement (en cas extra) au Comité exécutif (central) de la mairie (composé du maire), de l'adjoint et 8 membres, qui peut lui déléguer directement les ressources (insuffisantes) ou en référer au Conseil municipal, selon l'urgence du cas et les sommes nécessaires.

I. Institutions sanitaires de la ville, administrées par la commission sanitaire.

La commission sanitaire, son organisation

Cette commission est composée de 12 membres, (vu les 12 arrondissements de la capitale) portant chacun le titre de « curateur sanitaire d'arrondissement » ; ils sont élus pour 4 ans par le Conseil municipal. L'état sanitaire de chaque arrondissement avec tous ses organes et institutions medico-sanitaires municipales, est confié au curateur et mis sous sa surveillance immédiate. Pour aider le curateur dans sa tâche, sont nommés, par la commission sanitaire, parmi les habitants de la ville, des « curateurs sanitaires de quartiers » dont le nombre est considérablement augmenté en temps d'épidémies, et qui prennent part aux délibérations de la commission, concernant les affaires de leurs quartiers.

Un « conseil des médecins sanitaires », consultatif, est créé près la commission et se compose de représentants de diverses institutions sanitaires municipales. Le médecin en chef de la Préfecture prend part aux séances de la commission, laquelle se réunit chaque semaine; les décisions sont prises à la majorité des voix.

La commission sanitaire à sous sa direction : 1° les services de l'inspection sanitaire et épidémiologique, 2° les médecins sanitaires municipaux, 3° les médecins des « petites maternités » de quartiers, 4° l'inspection sanitaire scolaire et les médecins attachés aux écoles municipales, 5° le laboratoire municipal, 6° les étuves à désinfection, 7° les cimetières et 8° le service d'assainissement de la ville. Faisons un exposé rapide de ces services.

1. *Inspection sanitaire et épidémiologique de la ville*

15 « médecins sanitaires » sont chargés spécialement de la surveillance des cas de maladies épidémiques, de leur marche et de la désinfection des maisons, cours, appartements, etc. Tous les hôpitaux et tous les médecins de la capitale sont obligés (par ordre du Préfet, basé sur la décision du Conseil municipal) de faire part *imme-*

diatement au médecin sanitaire d'arrondissement de chaque cas de maladie contagieuse, tel — typhus, scarlatine, diphtérie, rougeole, coqueluche, pneumonie aiguë, fièvre puerpérale, dysenterie, morve, charbon, choléra et les formes de maladies gastro-intestinales suspectes. Les renseignements sont fournis ou par téléphone (cas urgents) ou au moyen de « fiches » spéciales (par poste), gratuitement distribuées. Dans les cas où la « fiche » porte l'indication, que la présence du médecin sanitaire est nécessaire, pour prendre des mesures immédiates (d'isolement, de désinfection, dévacuation à l'hôpital), ce dernier visite dans les 24 heures l'endroit désigné. Dans les cas contraires c. à. d. quand la « fiche sanitaire » arrive du médecin traitant avec la mention, que les mesures nécessaires ont été déjà prises, le médecin sanitaire municipal fait seulement enregistrer le cas dans ses cahiers, en vue du compte-rendu et de la statistique sur l'épidémiologie de la ville [1]. Au commencement d'une épidémie les médecins sanitaires, avec les curateurs d'arrondissements et de quartiers, font des visites d'inspection *de toutes les maisons*, surtout habitées par les ouvriers, des marchés, des établissements d'industrie etc. L'inspection des boutiques et étalages de vivres, des hôtels, des asiles de nuit, des bains publiques etc. est confié non seulement aux médecins de la ville, mais aussi à ceux de la Préfecture. Les médecins sanitaires de la ville tiennent des réunions, pour délibérer sur les questions, mises à l'étude par la Commission sanitaire et pour échanger idées et projets. Étant donné que le service de renseignements sur les épidémies est amélioré d'une année à l'autre, ses données ont déjà atteint une régularité et une précision suffisante. Le service épidémiologique est institué depuis 1882 ; le nombre des fiches reçues, ayant été 12 700 en 1882, a atteint en 1896 le chiffre de 26.200 ; elles servent aussi pour le compte-rendu de fin d'année.

Le fonctionnement du service de l'inspection sanitaire entraîne les frais suivants: le traitement de 15 médecins sanitaires, touchant chacun 1.200 roubles (3.600 frs.) = 13. 200 roubles ; 11 désinfecteurs — 3.300 roubles ; renforcement temporaire du service (cas extraordinaires) — 3.000 roubles ; traitement des 2 médecins attachés au bureau central (administration, organisation, statistique) — 4.200 roubles ; instruments et matériaux de désinfection — 1.000 roubles. Les frais généraux du service s'élevaient en 1895 déjà à 21 000 roubles et vont en progressant.

2. « *Médecins de la ville* » *pour les secours et traitement gratuits de la population indigente*

En vue de faciliter le traitement aux classes indigentes, la municipalité entretient encore un cadre spécial de médecins. Institué en 1882, ce service des « médecins municipaux » (médecins « de la Douma ». comme les appellent le peuple) est destiné à prêter l'assistance médicale à la population ouvrière et aux indigents, aussi bien à domicile qu'en consultations. Ne cessant pas de travailler, l'ouvrier va chez son médecin du quartier et a droit de recevoir un « bon » pour une des pharmacies municipales. L'organisation de ce service a été élaboré, en 1882, par le médecin sanitaire en chef, Dr Arkhangelsky et a pour bases les règles suivantes.

La ville entière est entredivisée en 24 circonscriptions médicales (par 2 dans un arrondissement) ; chaque circonscription est desservie par un médecin (dont 14 à cette heure sont des femmes-médecins). Le médecin principal doit demeurer dans

1. Un « bulletin statistique » de l'état de la ville — sanitaire et économique, est publié par le « bureau de Statistique municipale » chaque semaine et distribué à tous les membres du Conseil municipal, aux hôpitaux et à la préfecture ; les particuliers peuvent s'abonner.

son quartier et recevoir en consultations les malades chaque matin de 8 à 10 h. Il délivre aussi des médicaments et des « bons » pour les pharmacies des hôpitaux municipaux ; sur le désir du malade, de recevoir le médicament dans une pharmacie privée, le médecin municipal peut lui délivrer une ordonnance spéciale, sur la présentation de laquelle les pharmacies privées sont tenues à délivrer les médicaments à prix réduits. En cas d'urgence, ainsi qu'aux malades indigents, le médecin a le droit de faire délivrer le médicament dans une pharmacie privée aux frais de la ville.

Les médecins de la ville reçoivent les médicaments de la pharmacie centrale, attachée à « l'hôpital à baraques » du profes. Botkine ; le médecin municipal visite à domicile les malades plus graves ; ceux, atteints d'affections contagieuses et aigues, sont évacués à l'hôpital voisin ; dans les cas où le malade ne peut pas être transféré à l'hôpital, il est traité à domicile gratuitement par le médecin municipal du quartier. En cas d'urgence, le médecin doit visiter les malades également dans la nuit. Ses visites sont ensuite rétribuées par la municipalité, d'après une taxe fixe ; pour les visites à domicile dans la journée par 1 fr. et dans la nuit 2 fr., outre le traitement fixe (900 r. soit 2,700 fr.)

Les cabinets des médecins municipaux constituent ainsi des bureaux de consultations gratuites pour les indigents. Tel est leur but principal. Mais en dehors de celui-la, cette institution a encore une autre raison d'être importante : connaissant à fond leurs quartiers et se trouvant en rapports constants et intimes avec la population, ces médecins peuvent surprendre, souvent, une épidémie, *dès son début même* ; ils travaillent alors de concert avec les médecins sanitaires.

Leur activité, leur labeur incessant est ainsi marqué par des services très réels rendus à la santé publique. Les résultats de leur activité s'expriment pour l'année 1896 par les chiffres suivants : ont été soignés à domicile 54,207 malades, en consultations, 167,109 malades et 72,677 visites ont été faites, aux frais de la municipalité, à domicile. Tous ces médecins ont donné ensemble 316,590 consultations et visites et chacun jusqu'à 12,700 en moyenne. L'entretien du service des secours médicaux gratuits et de l'inspection médicale des établissements scolaires coûte à la ville jusqu'à 60,000 roubles (180,000 fr.) par an, mais constitue une institution originale de grande valeur pratique. Son budget se divise de la façon suivante : traitement des médecins municipaux, 16,000 roubles ; visites à domicile jusqu'à 20,000 roubles ; pour les médicaments, 15,000 roubles ; frais de typographie pour « l'inspection des écoles municipales », 1,600 roubles ; le traitement des « médecins-inspecteurs des écoles », 2,700 roubles.

Le dispensaire municipal d'Okhta (Faubourg)
(Perspect. de la petite Okhta, 51)

Ce dispensaire a été ouvert en 1893 ; construit et aménagé aux frais d'une personne privée, le Conseiller d'état actuel, M. G. Pétrov, sur son propre terrain, il a été donné ensuite par son fondateur à la ville. Un médecin est attaché à ce dispensaire et y donne des consultations gratuites, aux frais de la municipalité.

3. *Inspection sanitaire et médicale des écoles municipales*

Jusqu'en 1892, l'inspection des écoles municipales, au point de vue sanitaire, a été confiée aux « médecins sanitaires » de la ville, tandis que les secours médicaux aux élèves et au personnel des écoles étaient du ressort des « médecins municipaux ». Depuis cette époque les deux fonctions furent réunies ; 10 femmes-méde-

cins ont à présent les fonctions spéciales de « l'inspection sanitaire des écoles », ainsi que le traitement des élèves et du personnel.

Les 460 écoles municipales sont divisées en 10 circonscriptions scolaires », dont chacune est sous la surveillance d'une femme-médecin et a son curateur du Conseil municipal.

Le service de l'inspection médicale et sanitaire des écoles coûte annuellement près de 8,000 roubles au budget municipal.

Les médecins-inspectrices des écoles reçoivent les médicaments pour leurs pharmacies de la pharmacie centrale municipale; elles délivrent aussi des « bons d'ordonnance » aux enfants dont les parents peuvent ensuite chercher les médicaments à la pharmacie de l'hopital municipal voisin.

Asiles municipaux d'accouchement (petites maternités)

Il y en a un dans chaque arrondissement de la ville, dans celui de Spassky, deux, vu la quantité d'habitants, en majorité de la classe ouvrière: en tout ils sont 13 et la création de nouveaux est projetée pour l'an 1899. C'est en été surtout, lorsque les grandes maternités sont fermées pour cause de réparation et de désinfection, que les asiles municipaux ont double besogne. Ils sont les refuges ordinaires des femmes des classes pauvres, venant accoucher au dernier moment. Ouverts jour et nuit, une lanterne rouge à la porte, ils sont devenus peu à peu très populaires. Il en faudrait beaucoup encore; et un projet pour l'agrandissement des asiles existants, fondation de nouveaux, ainsi que d'un plus grand asile central pour des cas compliqués, est à l'étude. A présent, les cas pathologiques compliqués des asiles sont évacués le plus vite possible dans les hôpitaux. Chaque asile contient 8 à 12 lits; un médecin, homme ou femme, et deux sages-femmes font le service; il y a des périodes où tel asile doit augmenter le nombre des lits jusqu'à 15 et même jusqu'à 20; à l'époque de la fondation des premiers asiles, en 1883, ils ne contenaient généralement que 3 à 4 lits.

La vie active des asiles, qui jouissent à présent de la grande confiance de la population, s'exprime en chiffres suivants: le nombre des femmes assistées, qui n'était en 1883 que de 1.323, s'est élevé vers 1898 à 3.104 par an et pour l'année 1896 à 5.741; ces chiffres parlent en faveur de l'œuvre.

Les frais d'entretien des asiles se décomposaient au budget de 1895 de la façon suivante: 1° traitement du personnel médical, accoucheurs et sages-femmes, 10.000 roubles; 2° celui du personnel inférieur, 6.600 roubles; 3° éclairage, 568 roubles; 4° entretien des malades, 7,863 roubles; 5° blanchissage, 1.286 r.; 6° médicaments, 1,111 roubles; 7° mobilier nouveau, vaisselle, instruments, 3.682 roubles; 8° location des logements, 10.350 roubles, etc.; en tout 46,284 r. Chaque asile est muni d'un téléphone. L'entretien d'un lit revient à 587 roubles par an; la moyenne de l'entretien d'une femme, pendant toute la durée de son séjour à l'asile, 7 à 10 jours, va jusqu'à 10 roubles: 1 r. 50 c. pour une journée.

5. *Laboratoire municipal*

(Place Sennaïa, près des Halles centrales)

Le laboratoire a été ouvert le 17 novembre 1891; il a deux étages. Au rez-de-chaussée sont placés: 1° l'antichambre; 2° une pièce pour recevoir les échantillons apportés par le public (c'est en même temps un bureau et une bibliothèque); 3° une grande salle pour les analyses chimiques; 4° une chambre de pesage, et 5° une pièce à part pour les recherches plus compliquées. — La section de bac-

tériologie occupe l'étage d'en haut ; elle se compose de 3 pièces claires et d'une chambre noire, pour les recherches qui réclament l'absence de lumière.

Le laboratoire a pour but : 1° l'exécution des recherches et analyses, qui sont nécessaires à la ville, et cela sur son initiative ou sur l'ordre du Comité exécutif (l'Ouprava) ou de la Commission sanitaire ; aussi l'analyse des échantillons de vivres, de liquides, etc., recueillis soit par les médecins sanitaires municipaux ou ceux de la Préfecture, soit sur demande du procureur impérial, 2° l'examen des produits alimentaires sur la demande des personnes privées ; ces dernières sont en partie rétribuées.

Dans le courant de l'année 1896, le laboratoire a exécuté plus de 2.000 analyses ; la grande majorité, 504, ont été relatives au lait, 248, au pain et à la farine, 550, aux viandes et poissons ; aux eaux, 456, vins et bières, 50, huiles et beurres, 39, etc. Il est ouvert tous les jours, fêtes exceptées, de 9 à 5 heures.

Le personnel consiste en un directeur, le professeur Dr. Prjibiték, un chef des travaux chimiques, ayant deux adjoints, et un bactériologue ; plus des garçons de laboratoire.

6. *Les quartiers à désinfection*

1° Place des Cosaques hôpital à baraques ; 2° à l'hôpital des Saints-Pierre-et-Paul

Le plus grand quartier de désinfection fait partie de l'hôpital-baraques du professeur Botkine et reçoit les effets des malades contagieux de la plus grande partie de la ville (rive gauche de la Néva), à titre gratuit. La chambre à étuves est pourvue d'appareils de divers systèmes, les plus modernes ; la désinfection est faite à la vapeur, ou au chlore, ainsi qu'au formaldéhyde. Il est passé en 1896, 85.882 pièces diverses, effets, linges, meubles, etc., et près de 52 500 kilogs de chiffons. Le quartier est dirigé par le Dr Kroupine, dont l'appareil à désinfection est aussi dans le service ; il se rend également avec son personnel (les désinfecteurs) aux appartements privés, sur demande.

Le second quartier de désinfection, à l'hôpital des Saints Pierre et Paul répond surtout aux besoins des arrondissements de « Wassili-Ostrow » et « Coté de Petersbourg » ; il est sous la direction du Dr Jalan de la Croix et dessert les quartiers « rive droite » de la Néva.

7. *L'inspection sanitaire des cimetières*
8. *Le service de vidange*

Pour les besoins de l'assainissement des bâtiments, appartenant à la ville, ainsi que pour venir en aide aux particuliers, est formé un service municipal de vidange, ayant deux divisions : l'une de la rive gauche de la Néva, avec son quartier-central à la perspective de Riga, 23, et l'autre pour les arrondissements de la rive droite, dans la rue Poudojskaïa, 5 (Côté de Pétersbourg). Le service est encore en voie de formation et doit être sensiblement augmenté sous peu. Il dispose actuellement de 30 tonneaux hermétiques, 60 caisses et de 40 brouettes pour l'enlèvement des ordures de la voie publique ; 8 grands canots font le service en été, transportant les matières, à la mer à l'embouchure de la Néva. La surveillance du service est confié à l'un des membres de la Commission sanitaire.

Le projet d'une canalisation complète de la ville est soumis à l'étude d'une commission spéciale. Un grand projet du « Tout-à-l'égout » fut élaboré par le célèbre ingénieur Lindley (canalisation de Francfort-sur-Mein), il y a 20 ans, sur la décision du Conseil municipal. Le projet (avec travaux préparatoires) avait coûté

à la caisse municipale près de 40,000 roubles) 120,000 fr. Mais les difficultés pratiques (le sous-sol marécageux, les vents de la mer refoulant les eaux dans les canaux de la ville, etc.) l'avaient rendu impossible.

Des systèmes de canalisation pneumatiques (par quartiers) sont aussi à l'étude en ce moment (système Liernur et autres).

II. Institutions sanitaires administrées par le Comité exécutif de la Mairie

Les abattoirs de la ville
(Perspective Zabalkanski, 67).

Les « abattoirs » proprement dit (bâtis par la municipalité en 1881) forment un grand ensemble avec les « cours pour bétail », de construction récente (en 1890) et le « marché au bétail », de date très ancienne; un abattoir hippophagique (construit en 1892) se trouve annexé à côté ; une usine spéciale, pour la crémation des cadavres (morts ou tués) de chevaux et du bétail, atteints de maladies contagieuses vient d'être aménagé (1896). Ces institutions, en même temps sanitaires et économiques, ne relèvent pas de la Commission sanitaire, mais sont administrées dans leur ensemble par le Comité exécutif central de la Mairie (l'Ouprava) qui, à cause de leur importance pour la santé publique, les met sous les ordres immédiats d'un de ses membres.

Les bureaux de l'économat enregistrent les recettes et les dépenses ; un ingénieur spécial est attaché aux établissements (pour les machines, canalisations, appareils pour crémation, etc.) ; les médecins-vétérinaires de la ville font l'inspection des viandes et le service sanitaire.

1. Les abattoirs. Ils ont plusieurs quartiers : 1° pour le « gros bétail » ; les chambres destinées à l'abatage sont munies des perfectionnements récents ; 2° pour le « petit bétail », veaux et moutons, d'un service pour la médication du sang frais ; les hôpitaux et pharmacies, ainsi que les particuliers peuvent recevoir le sang et les organes des animaux ; les hôpitaux de la ville, gratis, le reste à bon marché ; 3° pour les porcs, avec lavabos et échaudoirs, d'où ils passent directement à côté : 4° la station des recherches microscopiques. Chaque quartier a ses médecins-vétérinaires. Il est question de créer un poste de médecin-vétérinaire en chef, pour l'unité du service (à l'exemple de Moscou).

Tous les bâtiments et chambres sont en briques, ayant des planchers d'asphalte ; les trottoirs, le long des cours, sont aussi en asphalte, ou en pierres ; ils sont désinfectés au chlorure de chaux. Mais la propreté est entretenue surtout à l'aide de l'eau, qui se trouve partout en abondance, venant des conduits de la ville ; en outre, les abattoirs possèdent encore (pour les cas d'urgence) leur propre eau — un puits artésien. Le chauffage se fait presque partout à la vapeur, sauf pour les habitations. Les abattoirs ont une grande canalisation spéciale, indépendante de celle de la ville, qui déverse les eaux directement à la mer et a une longueur totale de 6 kilomètres. L'assainissement se fait de la façon suivante : au moyen de machines (placées dans un bâtiment spécial) on obtient la séparation des matières liquides et solides ; tandis que le résidu solide est totalement brûlé dans des étuves spéciales, les liquides rentrent dans la canalisation générale. Tous les restes du bétail abattu, ainsi que les ordures, sont brûlés aussi à point, dans des appareils du « système de la Croix », ne donnant ni fumée, ni odeur.

Un « musée de préparations normales et pathologiques » formé depuis 10 ans par

le médecin-vétérinaire M. Ignatiev renferme des pièces très remarquables et des moulages (en cire) reproduisant diverses maladies des animaux, cette collection, très curieuse et très instructive, a été envoyée maintes fois aux expositions sanitaires et agricoles, d'où elle rapporta toujours à son directeur médailles et diplômes d'honneur. Le professeur Virchov, l'ayant visitée, écrivit dans le livre commémoratif : « sehr erfreut ueber die vortrefliche Leitung ».

2. Les « cours pour bétail » (Quai du canal Obwodny, — de Ceinture, 108) avec des écuries en briques pour la saison froide, ont pour but de donner un abri aux bestiaux, arrivés par voie ferrée et ayant besoin de repos (après le long trajet de l'intérieur ou du sud de la Russie), ne pouvant encore être mis aux enchères, ou ne trouvant pas encore de place à l'abattoir ; il est prélevé une taxe (au profit de la caisse municipale) pour chaque 24 h. de stationnement dans une « cour ». Les voies des chemins de fer vont jusqu'à l'enceinte des cours.

3. Le « marché aux bestiaux » contient plusieurs cours, entourées d'écuries et de murailles en pierres. Les grandes enchères se font le mercredi et le vendredi. Le « petit bétail » a sa cour à part.

La direction des « cours » et du « marché » est confiée à un médecin-vétérinaire; chacune des deux institutions a son bureau et fait ses comptes à part. Le marché aboutit directement aux abattoirs pour bétail.

4. L'abattoir hippophagique se trouve côte à côte avec l'abattoir pour le bétail, bien qu'en dehors de son enceinte ; il se compose de deux corps : de l'abattoir proprement dit (avec chambre à part pour les chevaux malades et suspects) et d'un auvent avec écurie pour les chevaux. Tous les locaux sont pourvus d'eau en abondance ; le mobilier est en fer (chambre de toilette des bouchers, etc.), le sol en asphalte. Une bibliothèque spéciale (vétérinaire) se trouve annexée au laboratoire, qui possède des appareils scientifiques, pouvant servir à des travaux spéciaux, auxquels sont admis les médecins et vétérinaires sur un permis spécial.

5, L'usine pour l'utilisation et la destruction des cadavres (provisoirement en bois) contient une pièce pour dissections et une autre, avec étuves et appareils, pour la crémation. Cet édifice provisoire, doit être reconstruit et agrandi. La direction des 2 dernières institutions est confiée à un médecin-vétérinaire.

L'ensemble des institutions est sous les ordres d'un Membre du Comité exécutif — le Docteur W. Dekterew, conseiller municipal.

Le service des eaux de la ville
(Perspect. Sagorodny, 24)

L'eau potable est distribuée à la ville entière par sa « Néva-la-belle » ; mais avec le temps tout change : les déjections, les restes des usines et fabriques, etc. ont souillé les eaux de « la belle », comme celles des autres grandes rivières. Aussi un projet « d'adduction d'eau de source », des hauteurs de Gatchina et Krasnoié Sélo vient d'être étudié pendant plus de deux ans par décision du Conseil municipal. Ces travaux ont coûté plus de 50.000 roubles, (soit près de 150.000 fr.) et ont donné des résultats satisfaisants. Pour le moment la ville est encore approvisionnée d'eau filtrée de la rivière (filtres à sable). Les filtres (pour les arrondissements du centre, dits de la rive gauche) ont été construits en 1887 ; mais depuis, la quantité d'eau, dont la ville a besoin, s'est accrue progressivement et leur cube est devenu insuffisant ; de nouveaux quartiers de filtrage sont bâtis depuis 2 ans à côté des anciens et tous les accessoires (machines, pompes etc.) sont agrandis, et quelques-

uns bâtis à neuf ; les travaux viennent d'être terminés et ont coûté en tout plus de 3.500.000 roubles (soit plus de 13 millions de fr.) ; des filtres nouveaux (système de l'ingénieur de la ville M. Hannequen) sont projetés pour les arrondissements de la rive droite de la Néva, savoir, un quartier de filtres à Wassili-Ostrow et un au Coté de Vibourg. La ville dépense en tout par jour, (cuisines, bains, arrosage des voies publiques, etc.) de 200 à 260 millions de litres d'eau ce qui fait près de 200 à 260 litres par personne, dépense énorme [1]. L'administration du service des eaux se compose d'un directeur (ingénieur), de 3 ingénieurs en chefs, de plusieurs ingénieurs d'arrondissement, de mécaniciens etc. Une commission spéciale de vigilance (un président et 2 membres), élue par le Conseil municipal pour 4 ans, a l'inspection supérieure du service. Son président, en 1897, a été le baron P. Korf, ancien maire de St-Pétersbourg, Conseiller d'état actuellement.

III. L'Assistance publique

La commission de l'Assistance

La commission municipale de l'Assistance (dite « de bienfaisance »), présidée par le Maire, comprend 15 membres, élus par le Conseil municipal pour 4 ans. Elle gère les institutions de bienfaisance, fondées par la ville ou qui lui sont données et léguées ; elle prend soin des orphelins de l'internat municipal et des élèves des diverses écoles techniques, professionnelles etc., faisant leurs études au frais de la ville ; elle dispose aussi de bourses pour l'université et les gymnases de jeunes filles ; dans les cas urgents et graves (inondation, incendie) elle vient au secours des indigents. Son programme, d'ailleurs, doit-être sous peu revu et augmenté ; le projet de lui allouer aussi les grands hospices de la ville, qui sont à présent administrés par la commission des hôpitaux, vu leur caractère mi-médical (quantité de malades chroniques), est porté à l'ordre du jour. Cela dépend des frais pour la fondation d'un hôpital spécial « pour les chroniques », ce qui permettrait à l'hospice de reprendre son vrai caractère d'asile pour la vieillesse et les invalides du travail.

Le Conseil des Institutions de l'Impératrice Marie possède de grandes fondations d'assistance publique — maison centrale d'enfants trouvés, 2 grandes maternités ou les soins et la pension sont gratis.

Le Comité médico-philanthropique a des dispensaires pour les pauvres ; diverses sociétés privées d'assistance pour les malades sortant des hôpitaux sont attachées à ces derniers. Des crèches, des colonies d'enfants malades (pour l'été), des cuisines populaires, des maisons de travail et ateliers fonctionnent indépendamment dans divers quartiers de la grande ville — donnant par initiative privée, à la population des soins immédiats. Beaucoup d'elles ont déjà leurs constructions et asiles spéciaux ; la municipalité leur vient ordinairement en aide en leur donnant des parcelles de terrain et quelquefois des subsides.

M. Émile RIVIÈRE
Sous-Directeur de laboratoire au Collège de France, à Paris

et M. Charles MOTTHEAU
à Brunoy

UN CHAPITRE DE L'HISTOIRE DE L'ABBAYE ROYALE DE GERCY OU JARCY-EN-BRIE (SEINE-ET-OISE) (1778-1793)

I

La courte notice que nous avons l'honneur de présenter ici sur l'Abbaye royale de Jarcy ou Gercy-en-Brie[1] n'est que le résumé d'un chapitre de l'histoire de cette abbaye, que nous nous proposons de dublier prochainement avec toute l'extension qu'il comporte, d'après les nombreux documents que nous avons dépouillés, soit dans les Archives nationales, soit dans les Archives départementales, etc.

Ce chapitre comprend la période de 1778 à 1793, c'est-à-dire les dernières années de cette antique maison religieuse, dont la fondation remonte au milieu du treizième siècle; et ce que nous cherchons aussi à tirer de l'oubli, ce sont, entre autres choses, les monuments funéraires élevés à un certain nombre de personnages dans l'église de ce monastère.

II

Gercy ou Jarcy dépendait et dépend encore de la commune de Varennes, canton de Boissy-Saint-Léger (Seine-et-Oise). C'est un endroit charmant situé sur les bords de la rivière d'Yerres. Les artistes le fréquentent à l'égal des fameux Vaux de Cernay et les fusinistes en ont reproduit maintes fois les sites les plus remarquables.

Chacun sait que l'Abbaye de Jarcy fut fondée par Jehanne de Tou-

1. On disait autrefois Gercy, et F. de Guilhermy, dans ses *Inscriptions de la France du Ve au XVIIIe siècles*, en parlant de l'abbaye de ce nom, ne dit jamais autrement que Gercy, alors que d'autres auteurs disent indifféremment Gercy et Jarcy.

louse, fille de Raimond VIII, mariée en 1241 à Alphonse, comte de Poitiers, frère de Saint-Louis; cette princesse mourut en 1261, d'après le P. Anselme et Montfaucon, et y fut inhumée, « sous une tombe en pierre avec figure et inscription française[1] ».

Ce fut à la dernière abbesse, Anne Françoise de Braque, qu'incomba la lourde charge de faire reconstruire les bâtiments conventuels qu'un incendie avait complètement ruinés en 1777.

Lorsque, en 1756, Madame de Braque prit l'administration du temporel de cette maison, l'abbaye devait déjà 18,000 livres qui furent, en partie, acquittées avant le désastre de 1777[2].

Obligée à la réédification des bâtiments détruits, l'abbesse eut le tort de vouloir faire trop bien et trop grand, car la dépense de cette reconstruction, d'après les mémoires d'ouvriers, s'est élevée à près de 215.000 livres[3].

Pour faire face à cette énorme dépense l'abbesse vendit la coupe de tous les bois appartenant à l'abbaye (bois situés dans la forêt de Sénart, contenant 60 arpents de 100 perches à 22 pieds) et du parc d'une contenance de 92 arpents à 63 perches à 20 pieds; cependant, malgré ses efforts, la dette s'élevait encore, en 1784, à 120,000 livres, dont il fallait servir l'intérêt aux divers ouvriers et créanciers. D'aucuns devenaient pressants, d'autres prenaient jugement et poursuivaient le recouvrement de leurs créances[4].

Un expédient fut employé pour apaiser les plus exigeants. Les dames de Jarcy proposèrent, dans un acte capitulaire de leur communauté, en date du 25 août 1780, de vendre à Monsieur, frère du Roi, comte de Provence, moyennant 15,000 livres, la Seigneurie de Jarcy, qui se trouvait enclavée dans son duché de Brunoy; mais de nombreuses formalités devaient être remplies avant de pouvoir réaliser ce projet : autorisation de l'archevêque de Paris, dans le diocèse duquel se trouvait alors l'abbaye de Jarcy; enquête *de commodo et incommodo*; autorisation et lettres patentes du roi pour incorporer la seigneurie de Jarcy au duché de Brunoy ; enregistrement au Parlement des lettres patentes du roi; visite et estimation des fiefs composant

1. D'aucuns, comme Jacques Du Breul et F. de Guilhermy, fixent la date de la mort de Jeanne de Toulouse au 15 août 1270, et celle de la fondation de l'abbaye à 1269.

2. Pièces annexées à l'acte de vente de la Seigneurie de Jarcy à Monsieur, frère du roi, passé le 13 mai 1785, par-devant P. Gondouin, notaire à Paris.

3. État des charges et revenus de l'abbaye du 1er juin 1784.

4. Sentence contradictoire de la Prévôté de Corbeil du 12 mars 1784, au profit de Louis Fournival, maître serrurier, pour le paiement de 7840 livres 8 sols 7 deniers, restant dûs sur son mémoire.

la seigneurie; significations par un huissier d'armes de la Connétablie aux syndic et habitants de Varennes et aux officiers de justice et prévôté de Jarcy; approbation par les officiers de la prévôté de Corbeil du projet de vente; ratification de ce projet par le Conseil de Monsieur et enregistrement au Parlement de l'arrêt rendu par ce Conseil; etc, etc.

Ce ne fut, par suite, que le 13 mai 1785, (cinq ans moins trois mois après les premières ouvertures), que cette vente fut réalisée par contrat passé devant Pierre Gondouin, notaire au Châtelet de Paris[1]. Elle comprenait le fief et la seigneurie de Jarcy, le fief de Croix-Boissière et de celui de Grenet (Égrenay), sur la paroisse de Combes-la-Ville[2]; le fief de la Fortelle-les-Ormoy près la croix de Montgaton et la forêt de Sénart[3]; le droit de justice et seigneurie et celui de chasse sur les domaines et héritages qui appartenaient à l'abbaye à cause de son fief de Grenet et de celui de la Borde-Morin, sis à Attily[4]; et à cause des 60 arpents de bois taillis situés en la forêt de Sénart, au-dessus de Quincy[5].

L'abbaye se réservait : la haute, moyenne et basse justice, la seigneurie et les droits en dépendant, dans le chef-lieu, jardin et enclos de la dite abbaye et dans son parc ; les droits de dîme, de pêche et de pressurage des vins ; la faculté de faire planter et abattre des arbres le long des chemins bordant les domaines non fieffés et, enfin, le droit de foire à Jarcy, tel que l'abbaye en jouissait de temps immémorial.

Les dames de Jarcy, au cours des formalités remplies pour parvenir à cet abandon de leurs droits seigneuriaux, durent fournir l'état des revenus et charges de leur monastère. Quoique ce document paraisse avoir été fait pour les besoins de la cause, nous le donnons ici *in extenso* à titre de curiosité.

État des biens, revenus et charges de l'abbaye royale de Jarcy-en-Brie

La communauté était composée de 14 religieuses de chœur, 6 sœurs, une personne agrégée et autres personnes nécessaires au service.

1. Étude de Maître Olagnier.
2. Canton de Brie-comte-Robert (Seine-et-Marne).
3. Aujourd'hui sur le territoire de Tigery, canton de Corbeil (Seine-et-Oise).
4. Canton de Brie-comte-Robert (Seine-et-Marne).
5. Canton de Boissy-Saint-Léger (Seine-et-Oise).

Revenus

6 muids de blé à 20 livres le septier	1.460 l.	»
Ferme de Jarcy et vignes	900	»
Terres de la Croix-Boissière	200	»
Terres de Forcil	500	»
Terres de la Fortelle-les-Ormoy	150	»
Moulin de Jarcy	500	»
Cens et rentes	204	»
Rentes sur la ville	13.032	»
8 septiers d'avoine à 18 livres	144	»
Dîme de grains, louée	900	»
Et dîme de vin produisant	200	»
Total des revenus	18.190 l.	»

Charges

Portion congrue du curé de Varennes	375 l.	»
A la fabrique de Varennes	34	»
Honoraires du Chapelain de l'abbaye	300	»
— du chirurgien	300	»
— de l'organiste	180	»
Le jardinier et son garçon	550	»
Le sacristain	120	»
Le pourvoyeur	150	»
Deux tourières	200	»
La femme de chambre de l'Abbesse	120	»
Pension des religieuses de l'abbaye d'Issy, réunie à celle de Jarcy	1.500	»
Décimes	800	»
Achat de vin	500	»
Vigneron, tonnelier et frais de vendanges	1.060	»
Nourriture de deux chevaux pour les dîmes et les provisions	800	»
Maréchal, charron, bourrelier, cordier et taupier	436	»
Deux gardes-bois	120	»
Femmes de journées pour les lessives	120	»
Chaudronnier	120	»
Vaisselle en étaim et fayence	110	»
Ports de lettres payés et cire à cacheter	300	
Ornements, linge et cire d'église	400	
Frais de justice	100	»
Frais de voyages	80	»
Cens et rentes	10	»
Frais de recette et quittances des rentes sur la ville	82	»
A reporter	8.867	»

Report.....	8.867	»
Réparations des ferme, moulin et murs du parc.....	760	»
Bois et charbon.....	2.800	»
Huile à brûler.....	125	»
Chandelle.....	550	»
Savon.....	100	»
L'apothicaire.....	260	»
Le marchand d'étoffes.....	400	»
Le cordonnier.....	300	»
Linge de corps et de table.....	500	»
Tabac.....	140	»
Dépenses de bouche y compris sucre et café.....	6.333	»
Total des charges	21.135 l.	»

Nous soussignées Anne-Françoise de Braque, abbesse de l'abbaye de Jarcy, Marie de Gaumont, prieure, Jeanne Dufresne, sous-prieure, Louise Guerpin, Eléonore-Constance Callou, Anne-Charlotte-Jacquette Culo de Crémont, Marie-Anne Montargis, Madeleine Sigongne, Louise Houdry, Louise Goujon, Jeanne-Marguerite Jolivet, Marie-Geneviève Pinet, Jeanne Thévenin, et Marguerite-Philippe Dépositaire, toutes religieuses professes de la dite abbaye de Jarcy, capitulairement assemblées, certifions et attestons les états des autres parts sincères et véritables et ce pour satisfaire à l'arrêt de la cour de Parlement du 18 mai dernier.

En notre dite Abbaye ce 1er juin 1784. Suivent les signatures.

Puis, vint la Révolution, l'abbaye fut déclarée bien national, les religieuses furent expulsées, les bâtiments et l'église furent abandonnés sans gardien et livrés à la merci de tous les maraudeurs, qui ne se gênèrent guère pour enlever portes, fenêtres, ferrures et plombs, tout ce qui était à leur convenance, pour fouiller même, dit-on, le sol de l'église. Ces déprédations engagèrent l'administration des domaines et revenus nationaux à demander la mise en vente de l'abbaye et des biens qui en dépendaient encore ; mais une difficulté se présenta. Des décès s'étaient produits au cours des dix dernières années; dix religieuses avaient été inhumées dans l'église et le jardinier du couvent, le sieur Jacques Leroy, avait été enterré dans le cimetière. Le décret du 6 mai 1791 interdisant la vente des lieux de sépultures avant un délai de dix années, à compter de la dernière inhumation, on avait déjà été forcé plusieurs fois de surseoir à l'adjudication des bâtiments conventuels.

Néanmoins, par son arrêté du 17 messidor an II, le Conseil départemental, sur l'avis du Conseil général du district de Corbeil, estima qu'il devait être procédé à la vente en masse des biens de la ci-devant abbaye de Jarcy.

Conformément donc audit arrêté, le 12 thermidor suivant, la maison conventuelle de Jarcy, les bâtiments, terrain, aisances, cour, terrain, enclos et dépendances furent adjugés définitivement, par les administrateurs du district de Corbeil, au citoyen Jean Damoiseau, demeurant à Paris, rue de Chartres 333, moyennant soixante-trois mille livres, payables en assignats en dix annuités, avec faculté par l'adjudicataire de déclarer command.

Le neuf nivose an III devant Moine et Huguet, notaires à Paris, Jean Damoiseau déclarait que les biens nationaux, dont il s'était rendu adjudicataire, moyennant 63,000 livres outre les charges, avaient été acquis, par lui, au profit et pour le compte du citoyen Edme Bouillat, demeurant à Paris, rue Anastaze, au Marais, n° 551, section de l'indivisibilité.

Déjà le 10 février 1791, le parc, contenant 97 arpents de bois taillis, clos de murs de tous côtés, et la ferme attenant au monastère, comprenant les bâtiments d'habitation et d'exploitation, 191 arpents de terres labourables, 16 arpents de friches et 16 arpents de prés, et louée 1600 livres pour neuf années, du onze novembre 1788, avaient été adjugés au sieur Le Prévost, demeurant à Paris, rue Guénégaud, moyennant 180,500 livres, payables également en assignats et en dix annuités. Le même jour, le moulin, deux arpents de pré en trois pièces, une maison, grange et bâtiments appelés le presbytère, le tout loué 500 livres, outre la mouture des grains nécessaires à l'abbaye, avaient également été adjugés au même sieur Le Prévost, moyennant 16,000 livres, payables aussi en assignats dans le même délai.

Il ne reste plus, de nos jours, des importants bâtiments conventuels qu'une des ailes, convertie en habitation de campagne.

Les caves du principal corps de logis existent encore sous la pelouse faisant face à l'habitation. L'église a été démolie et remplacée par une orangerie et le logement du jardinier, contre lequel se voit la tour des cloches. (*Fig. 1*).

De la ferme les bâtiments d'exploitation subsistent encore ; l'habitation du fermier a été convertie en une charmante maison de plaisance. Le moulin a cessé de moudre et tourne à vide ; il est loué à un restaurateur. Enfin, en 1802, touchant les murs du parc de l'ancienne abbaye à environ trois cents mètres de la ferme et de l'autre côté du chemin qui conduit à Varennes, le grand-père de M. Fernand Bosquillon, le possesseur actuel de tout le domaine, a fait édifier une villa qui a été habitée par Boïeldieu ; c'est là, dit-on, que le célèbre musicien a composé *la Dame blanche*. Le parc est toujours en bois taillis et est clos, en partie, de murs.

Dans le cahier des charges, dressé le 12 messidor an II, pour parvenir à la vente des bâtiments conventuels, il est spécifié : « que les dalles et pierres qui sont déplacées, étant à l'intérieur de la ci-devant abbaye, seront exceptées de la vente. » Néanmoins ces pierres tumulaires servirent pour la plupart à repaver le moulin et la cuisine du meunier. Ces dernières ont été retournées et gisent encore dans cette cuisine. Les plus belles de celles du moulin ont été transportées par M. Vallée, ancien propriétaire de Jarcy, dans son château de Bouffémont[1] ; de celles-ci, un certain nombre ont été décrites et reproduites par F. de Guilhermy, dans son ouvrage sur les « Inscriptions de la France »[2], elles avaient déjà été publiées au XVIIe siècle par Jacques Du Breul[3].

Fig. 1
La Tour des Cloches

1. Canton d'Écouen, (Seine-et-Oise).
2. Tomes IV et V.
3. Théâtre des antiquités de Paris. Ed^on 1612, p. 1259 à 1262.

Trois pierres tombales, cependant, restent encore actuellement dans le moulin; la première, servant de pas de porte, est tellement usée qu'on n'y voit plus qu'un gorgerin de mailles; la deuxième, qui suit immédiatement et qui a été en partie piquée pour permettre le passage plus facile de la brouette à sacs, est celle de « damoiselle Issabel de Viles ». Dans la bordure de cette pierre, entre l'énumération des titres d'Issabel et la date de son décès qui est effacée, se voit le bas d'un écusson bandé de cinq ou six pièces. M. Lambert, locataire du moulin, a donné à l'un de nous un moulage des parties encore visibles, ainsi que de la pierre tombale qui suit et que nous comptons reproduire dans notre prochaine publication. Cette dernière pierre est située près de la porte des écluses, au pied de l'escalier qui conduit à la salle des meules; c'est celle d'un chevalier et de sa compagne ; elle a été sciée à la partie inférieure. En tête on remarque deux écussons peu lisibles et qui nous demandent encore quelques recherches pour les déchiffrer nettement. Le chevalier est tête nue, les cheveux ondulés et partagés au milieu de la tête; la face est complètement rasée; les mains sont jointes; le personnage vêtu d'un justaucorps porte l'épée et le poignard de miséricorde; un riche ceinturon avec fermeau se remarque au-dessous de la taille. Un reste d'inscription en caractères gothiques se voit dans la bordure de gauche.

D'autres pierres tombales existent encore dans la propriété de Jarcy, nous a affirmé M. F. Bosquillon. Elles ont été retournées et servent de pont pour franchir des fossés. Forts du consentement aimable du propriétaire, nous devons les étudier prochainement et les reproduire ainsi que celles qui ont été transportées à Bouffémont et dont de Guilhermy n'aurait pas parlé.

Nous avons aperçu, abandonnés dans la basse-cour, les restes mutilés d'un monument qu'on nous a dit être celui qui fut élevé jadis, au milieu du chœur de l'église de Jarcy, à la fondatrice de l'abbaye. Celle-ci y est représentée couchée, ayant à ses pieds deux levriers qui se font face ; le haut du corps à partir de la poitrine manque ; la bordure, l'inscription et les armoiries ont disparu.

D'autre part, M. Bosquillon a retrouvé dans le parc, enfoui dans le sol, un masque en pierre qu'il croit être celui de la comtesse de Poitiers et qu'il a eu l'obligeance de nous laisser photographier. Diverses opinions ont été émises sur l'identité du personnage (une femme), que représente ce masque. La place nous manquant ici pour les reproduire et les discuter, nous nous réservons de le faire ultérieurement, dans le travail dont cette courte notice n'est qu'un résumé. Nous croyons devoir dire, cependant, qu'aucun des auteurs qui ont décrit

les monuments funéraires de l'abbaye de Jarcy : Du Breul, l'abbé Chastelain, Vély, Montfaucon, l'abbé Lebeuf, Heurtault et Magny, etc., aucun n'a parlé d'un autre tombeau ayant une figure en ronde-bosse.

Fig. 2

Tête de la statue de Jeanne de Toulouse (?) datant de la fin du XIVe siècle

Nous ajouterons que la rage des iconoclastes s'est particulièrement assouvie, à l'époque de la Révolution, sur le monument considéré comme celui de la comtesse Jeanne, ainsi que ses restes l'attestent. La tête de la statue n'est pas entière, toute la partie postérieure a disparu et le nez est brisé, comme on peut le voir sur le dessin que nous en donnons (*fig. 2*), d'après la photographie que le propriétaire nous a permis d'en prendre, ce dont nous tenons à le remercier ici. Elle est coiffée d'un voile qui recouvre le front, laissant échapper au

niveau des tempes quelques mèches de cheveux, et forme plusieurs plis sur les joues, avant de revenir en pointe, sous forme de guimpe, sous le menton.

Quoiqu'il en soit, que ce masque représente la figure de la fondatrice de l'Abbaye ou celle d'un autre personnage, la partie qui subsiste et que possède M. Bosquillon provient d'une statue du XIVe siècle.

Nous devons aussi au propriétaire de Jarcy d'avoir pu photographier la plaque de cheminée de la cuisine de l'Abbesse (*fig. 3*), qui orne maintenant la salle à manger du bâtiment conventuel transformé en maison de campagne.

FIG. 3

Plaque de cheminée (XVIIe–XVIIIe siècles)

Cette plaque, d'une conservation remarquable, date de la fin du XVIIe siècle ou plutôt peut-être du commencement du XVIIIe siècle, si nous en jugeons d'après les deux personnages qui la décorent. La couronne ducale qui surmonte l'écusson et le collier du Saint-Esprit, dont la croix pend au-dessous des armoiries ne sauraient appartenir à une femme, par conséquent à une des abbesses de Jarcy. Peut-être ces armoiries sont-elles celles d'un membre de la famille de l'une d'elles. Le temps ne nous a pas permis encore de faire les recherches nécessaires. En tous cas elles ne sauraient être celles de Madame de

Braque, la dernière abbesse de Jarcy, comme au premier abord l'un de nous l'avait pensé[1].

Dans l'église de Saint-Sulpice de Varennes, on remarque une admirable statue de la Vierge, vulgairement connue sous le nom de la *Mater dolorosa*.

Cette statue (*fig. 4*) fut, nous a-t-on dit, enlevée de l'église du monastère, une certaine nuit, en 1793, par un habitant de Varennes, qui, voulant la soustraire à la destruction, la cacha dans son grenier à foin et, en 1804, en fit don à l'église de Varennes, l'abbaye de Jarcy et son église ayant disparu dans la tourmente.

Elle présente une grande analogie avec la *Mère douloureuse* de Germain Pilon. Cette dernière, une terre cuite peinte exécutée vers 1586, provient de la Sainte-Chapelle de Paris et, en dernier lieu, de l'École militaire de Saint-Cyr (Seine-et-Oise), d'où elle a été transportée dans les salles de sculpture du Musée du Louvre. La tête offre la même expression de douleur, mais elle est plus inclinée sur la poitrine et aussi plus complètement enveloppée par les draperies que celle de la statue de l'abbaye de Jarcy, dont l'auteur a dû certainement s'inspirer de celle de Germain Pilon. Mais, sur les deux statues, les mains sont croisées dans la même attitude ; chez toutes deux, les pieds sont nus et les draperies qui enveloppent la Vierge forment, à gauche, un fouillis remarquablement sculpté.

La *Mater dolorosa* de Jarcy paraît être de la fin du XVIIe siècle. Elle a malheureusement été très abîmée par un badigeonnage qui l'empâte odieusement d'un vernis blanc brillant.

On nous a signalé aussi, comme étant de même provenance, une statue de pierre, du XVIIe siècle, haute d'environ 0m90, que possède un habitant de Varennes (*fig. 5*). C'est une statue de sainte que nous ne pouvons dénommer, non plus que ceux que nous avons consultés à cet égard, faute d'attributs permettant de la reconnaître. En effet, celui qu'elle devait tenir dans la main droite — peut-être la palme du martyre, comme Sainte Catherine d'Alexandrie, ou le cierge de Sainte Geneviève — ayant été brisé immédiatement au-dessus de la main droite.

Et, puisque nous venons de citer l'église de Varennes nous ajouterons que celle-ci possédait, il y a une vingtaine d'années, des vitraux du XIIIe siècle, que la fabrique, pour faire face à des réparations urgentes, s'est vue contrainte de vendre. Le musée de Cluny, nous

1. La famille de Braque est une des plus anciennes familles de France ; nous retrouvons, en effet, le nom d'Arnould de Braque, en 1348, donnant son nom à une des rues de Paris qui existe encore entre la rue des Archives et la rue du Temple, dans le troisième arrondissement.

FIG. 4

Statue de Mater dolorosa (Fin du XVIIe siecle)

a-t-on dit, s'en est rendu acquéreur ; mais c'est vainement que l'un de nous les y a cherchés.

Nous ne parlerons pas des pierres tombales que renferme aussi cette église, F. de Guilhermy les a décrites dans son tome IV des Inscriptions de la France (p. 286-291) ; nous dirons seulement que la

Fig. 5

Statue du XVIIe siècle

plus ancienne remonte au XVe siècle : c'est celle de « noble homme Fremin de la Sangle, seigneur de Varennes et de Perrigny », mort le 20 septembre 1492.

TABLE ANALYTIQUE

Dans cette table, les nombres qui sont placés après la lettre *p* se rapportent aux pages de la première partie, ceux placés après l'astérisque * se rapportent à celles de la deuxième partie.

Abbaye-de-Jarcy-en-Brie, p. 186, * 932.
Accidents frontaux des anticlinaux déversés, p. 149.
—— *chez les ouvriers* des filatures de crins, p. 296, * 888.
—— *chroniques* (Responsabilité des patrons pour les), p. 300.
Accous (Phosphates noirs d') pp. 143, 215, * 297, * 736.
Acétate de méthyle monochloré, p. 130.
Acide salicylique, p. 121.
—— *camphorique*, p. 130, * 238.
—— *camphorique* et *isolauronolique*, p. 130, * 238.
—— *carbonique* appliqué à la conservation des boissons hygiéniques, p. 286, * 847.
Aciéries de Trignac, p. 313.
Acnite, p. 136.
Action de la Cocaïne, p. 169, * 484.
—— *des sécrétions internes*, p. 199.
Actions germicides, p. 282.
Afrique (Eléphant d'), p. 63.
—— (Cochenilles d'), p. 172.
—— pp. 144, 146, 170, 184.
Age du bronze en *Bretagne-Armorique*, p. 186, * 602.
Agglutination du bacille de Nicolaïer, p. 202.
Agrandissement des ports de mer, p. 236.
Agriculture coloniale, p. 217.
Agronomie, p. 215, * 736.
Aimantation, p. 121.
Aimants, p. 121, * 201.
Albumine (Coagulation de l'), p. 136, * 275.
Algèbre (Proposition d'), p. 104, * 73.
—— p. 109.
Algérie (Période glaciaire en), p. 144.
—— (Crétacé de l'), p. 144.
—— (Géologie d'Arzeu), p. 146.
—— (Myriapode du Djurjura), p. 170.
—— (Isopode Cavernicole), p. 172.
—— (Cochenilles d'), p. 172.
—— (Préhistorique d'), p. 184, * 574.
Aluminium, p. 127.
Allée couverte de Marcilly-sur-Eure, p. 183, * 561.
Ame (Hygiène de l'), p. 302.
Améliorations agricoles, p. 219.
Aménagement (Nouveau système d') *des cimetières*, p. 302.
Amérique du Sud. (Dioscorea de l'), p. 152.
Amphipodes, p. 168, * 474.
Analyse spectrale, p. 129, * 231.
Anatomie, p. 167, * 467.
—— *de la tige des gentianacées*, p. 154, * 353.
—— *des vignes hybrides*, p. 160, * 417.
Ancien monde (Placers de l'), p. 1.
Anciens présidents, p. 70.
Andromastie, p. 186.
Anguille (Reproduction de l'), p. 168.
Animaux domestiques (Tuberculose des), p. 244.
Annam (Itinéraire de Vinh), à Luang-Prabang (Laos), p. 226.
Année biologique (l'), p. 169.
Années successives (Caractères des), p. 139.
Anomalie des organes génitaux, p. 186.
Antennes dans la télégraphie sans fils pp. 122, 123, * 206, * 212.
Anthracnose des Phaséolus, p. 157, * 389.
Anthropologie, p. 175, * 526.

Anticlinaux déversés, p. 149.
Antimoine, p. 131.
Apothicaires, (Jardin des) de Nantes, p. 151.
Appareil de vérification des tubes métalliques, p. 116.
—— végétatif des myricacées, p. 164, ✱ 457.
—— pour déterminer la position d'un corps dans le crâne, p. 210, ✱ 683.
Appareils pour la mesure des nuages, p. 142, ✱ 283.
Application géométrique, p. 104, ✱ 73.
Applications hygiéniques de l'ozone, p. 282.
Apprentissage, p. 241, ✱ 829.
Appropriation des Ports de mer, p. 236.
Arabes (Monuments), p. 19.
Archéologie, pp. 186, 302, ✱ 932.
Architecture primitive, p. 175.
—— de l'Irlande, p. 177.
Art architectonique (Traces d'un), p. 175.
Arzeu (Géologie du massif d'), p. 146.
Asile de Saint-Gemmes-sur-Loire, p. 284.
Aspirations laryngées, p. 202, ✱ 653.
Assainissement de la Seine, p. 145, ✱ 303.
—— des villes, p. 230.
Assemblée générale de Nantes, p. 67.
Association française en 1897-1898, p. 95.
Astronomie, p. 103, ✱ 1.
—— (Traité de Delambre), p. 107.
Ateliers néolithiques, p. 183.
Atlantique (Diatomées des côtes de l'), p. 156, ✱ 375.
Ault du Mesnil (d'). — Palafites du Lac de Clairvaux, p. 178.
Auray (Excursion à), p. 309.
Aurore boréale dans les Deux-Sèvres, p. 138.
Aveneau de la Grancière. — L'Age du Bronze en Bretagne-Armorique, p. 186, ✱ 602.
Avoine (Coloration de l'), p. 162, ✱ 446.
Avortement en deux temps, p. 214, ✱ 732.
Babinet (Cartes de M.), p. 110.
Bacille mégathérium, p. 136.
—— de Nicolaïer, p. 202.
Bactériacées (Propagation des), p. 153, ✱ 345.
Bactérie chromogène, p. 142, ✱ 291.
Bactériologie, pp. 202, 203, 204, 206, 212, 213, 214, 218, 282, ✱ 691, ✱ 696.
—— del'Influenza, p. 204.
Bahr-el-Ghazal (Région du), p. 224.
Bandama Rouge, p. 227.
—— *Moyen* (Navigabilité du), p. 227.
Barbarin (P). — Géométrie générale des espaces, p. 108, ✱ 111.
—— Cercles focaux dans les coniques, p. 108, ✱ 132.
Baromètre enregistreur, p. 116.
—— (Oscillations du), p. 138.
Baryum, p. 115.
Barthélemy (Cte de). — Cartes de l'itinéraire de Vinh (Annam) à Luang-Prabang, p. 226.
Bas-Laos (Mission dans le), p. 226.
Basses-Pyrénées (Phosphates des), p. 143, ✱ 297.
Battelli (Un mémoire de M.), p. 112, ✱ 172.
Béhal. — Cétones cycliques, p. 128.
Belile (Dr L.). — Altérations produites par l'Heterodera radicicola, p. 159, ✱ 413.
Bel (Marc). — Mission dads l'Indo-Chine Français, p. 226.
Belle-Ile-en-Mer (Flore de), p. 165
—— (Excursion à), p. 311.
Belloc (E.). — Isoëtes des lacs Pyrénéens, p. 154.
—— Faune icthyologique des Pyrénées, p. 167.
—— Passages élevés dans les Pyrénées Centrales, p. 225.
Berbères de souche européenne, p. 175, ✱ 533.
Berdellé (Ch.). — Curiosités du calcul, p. 108, ✱ 139.
Béribéri (Trois cas de) p. 207.
Bérillon (Dr Edg.) — L'hypnotisme et la suggestion, p. 4.
—— La Folie du doute, p. 212.
—— Traitement des enfants vicieux, p. 242.
Bertholon (L.). — Origine des Berbères, p. 175, ✱ 533.
Bertin (Dr G.). — Sur l'influenza, p. 205.
—— Discussion sur l'inspection des viandes, p. 293.
—— Accidents chez les ouvriers des filatures de crin, p. 296 ✱ 888.
—— Etudes sur l'état sanitaire de Nantes, p. 297.
—— Filtration des eaux de Nantes, p. 297, ✱ 891.
Bertrand (C.-Eg.). — Grains de pollen de Cordaïtes, p. 161, ✱ 436.
Bicyclette (Stabilité), p. 105, ✱ 80.
Bienfaiteurs, p. XVI.
Bijoux en or des sépultures de la Marne, p. 175, ✱ 528.
Bladé (J.-F.). — La Vicomté de Soule, p. 224, ✱ 764.
Blanc (G.). — Acides camphoriques et isolauronoliques, p. 130, ✱ 238.
Blaniulus Drahoni n. sp., p. 170.
Blondel. — Les Oscillographes, p. 120, ✱ 191.
—— Théorie des antennes, p. 123, ✱ 212.
—— Cohéreurs Marconi, p. 123, ✱ 216.
—— Nouvelle lampe-étalon, p. 124, ✱ 223.
Bodroux. — Carbures aromatiques, p. 127.
Boissons hygiéniques, p. 286, ✱ 847.
Bonamy (E.). — Vapeurs à base d'Eucalyptus, p. 206.
Bonneau (Plans de mégalithes exécutés par M.), p. 189.
Bordier (Dr H.). — Conductibilité calorifique des étoffes, p. 120, ✱ 183.
Bordo. — Discussion sur la variole en Tunisie, p. 292.
Borraginées gamosépales et dialysépales, p. 160, ✱ 428.
Bosteaux-Paris (Ch.). — Fouilles de l'Epoque gauloise, p. 179, ✱ 555.
—— Carte préhistorique des environs de Reims, p. 180, ✱ 559.
—— Station campinienne de Ville-Dommange, p. 182.

Bosteaux-Paris (Ch.). — Clan gaulois du Mont-Épié, p. 182.
Botanique, p. 151, ‡ 345.
Boucher (Dr). — Illégimité de l'hypothèse de Koch, p. 206.
—— Apparition des phénomènes morbides, p. 282.
—— Inspection des viandes, p. 292.
Boulogne (Congrès de), p. 75.
Bourdonnements d'oreille, pp. 198, 213.
Bourses de session, p. 82.
Bouteille de Leyde à capacité variable, p. 115.
Bouveault. — Cétones des huiles légères de houille, p. 136.
Bouvet (G.). — Plantes critiques de l'Ouest, p. 158.
Bovidés (Développement des jeunes), p. 221.
Bras (Gangrène de l'avant-), p. 200, ‡ 648.
Breittmayer (A.). — Rôle des eaux en Géographie, p. 225, ‡ 773.
Brémond (Dr). — Discussion sur la Tuberculose, p. 244.
—— —— sur le pain, p. 285.
—— Responsabilité des patrons, p. 300.
—— Dictionnaire de la Table, p. 302.
Bretagne (Muscinées de), pp. 152, 157.
—— (Hirondelle de Dougall), p. 170.
—— *Armorique* (Age du Bronze en), p. 186, ‡ 602.
Broca (A.). — Plans normaux à une surface, p. 110, ‡ 170.
—— Discussion sur la régénération des écrans, p. 115.
—— Spectroscope à lunette fixe, p. 117.
—— Thermodynamique du muscle, p. 117, ‡ 178.
—— Un phénomène cathodique, p. 119.
—— Rôle des antennes, p. 122, ‡ 206.
—— Discussion sur le microscope à frontale conjuguée, p. 193.
Broca (Ph. de). — Microscope à frontale conjuguée, p. 122, ‡ 208.
Brome (Action du), p. 127.
—— p. 129.
Bromisme cutané, p. 211.
Bromure d'aluminium, p. 127.
Bromures alcalins (Toxicité des), p. 155, ‡ 373.
Bronze (Pointe de lance en), p. 175, ‡ 526.
—— (Epoque du), p. 186, ‡ 602.
Brouardel. — Discussion sur la tuberculose, pp. 245, 279, 281.
—— —— sur une épidémie de polynévrite, p. 284.
—— —— sur le pain, p. 285.
—— —— sur l'enseignement de l'hygiène, p. 286.
—— —— sur la variole en Tunisie, p. 291.
—— —— sur l'inspection des viandes, p. 295.
—— —— sur l'obligation d'une loi vaccinale, p. 296.
—— —— sur les puits Lefort, p. 298.
Bureau du comité local, p. 77.
—— des 1re et 2e sections, p. 103.
Bureau de la 5e section p. 112.
—— — 6e — p. 126.
—— — 7e — p. 137.
—— — 8e — p. 143.
—— — 9e — p. 151.
—— — 10e — p. 167.
—— — 11e — p. 175.
—— — 12e — p. 190.
—— — 13e — p. 215.
—— — 14e — p. 223.
—— — 15e — p. 229.
—— — 16e — p. 241.
—— — 17e — p. 244.
—— de la sous-section d'Archéologie, p. 302.
Bureau (Ed.). — Jardin des Apothicaires de Nantes, p. 151.
Bureau (Em.). — Herbier des muscinées, p. 157.
Bureau (L.). — Météorite du château de Grammont, p. 146, ‡ 330.
—— Reproduction de l'Hirondelle de Mer, p. 170.
Calcimétrie, p. 217.
Calcul (Curiosités du), p. 108, ‡ 139.
—— du travail des hélices, p. 110, ‡ 168.
Californie (Placers de), p. 1.
Camp Harrouard, p. 183, ‡ 561.
Campanula saxifragoides, p. 163, ‡ 455.
Camus (Dr F.). — Discussion sur le jardin des apothicaires de Nantes, p. 152.
—— Muscinées de Bretagne, p. 152.
—— Discussion sur les Liquidambars, p. 155.
—— Herbier des muscinées, p. 157.
—— Le Fissidens grandifrons, p. 160.
—— Discussion sur les herborisations lichénologiques, p. 161.
—— Récoltes bryologiques dans le Morbihan, p. 164.
Cancer de l'estomac, p. 200, ‡ 644.
Capitan. — (Palafites du Lac de Clairvaux, p. 178.
—— Tumulus de Montigny, p. 188.
Caractère véritable des ports francs, p. 236, ‡ 819.
Caractères des Saisons, p. 139.
Carbure saturé linéaire, p. 136, 271.
Carbures aromatiques, pp. 127; 130.
—— d'hydrogène chlorés, p. 133. ‡ 265.
Carènes (Travail des), p. 110, ‡ 168.
Carex de Provence, p. 157, ‡ 391.
Carnac (Fouilles dans la région), p. 181.
Carrés diaboliques et cabalistiques, p. 109.
Cartaz (Dr A.). — Spasme de l'œsophage, p. 200, ‡ 644.
Carte préhistorique, environs de Reims, p. 180, ‡ 559.
Cartes de M. Babinet, p. 110.
—— *Synoptiques du temps*, p. 140.
—— de *l'itinéraire* de Vinh à Luang-Prabang, p. 226.
Carthage (Fouilles à), p. 177.
Casalonga (Dr A.). — Le principe II de thermodynamique, p. 114.
Cassini de Thury (Projet de jonction géodésique de la France à l'Italie, p. 227, ‡ 795.

Causse (H.). — Constitution de la morphine, p. 128.
—— Dérivés bromés de la morphine, p. 129.
—— Constitution du gallate d'antimoine, p. 131.
Cauvin (Récoltes bryologique de M. et Mme), p. 164.
Cavernes (Souterraines, p. 43.
—— (Myriapode des), p. 170.
—— (Isopode cavernicole), p. 172.
Cavité buccale du chien, p. 213 ‡ 696.
Célas (Gard) (Gisement oligocène), p. 158, ‡ 396.
Cercles remarquables du triangle, p. 104, ‡ 147.
—— Focaux, p. 108, ‡ 132.
Cerf-volant Hargrave, p. 141, ‡ 281.
Cernay-les-Reims (Clan gaulois du Mont-Epié), p. 182.
Cétones cycliques, p. 128.
—— des huiles légères de houille, p. 136.
Chaleur, pp. 120, 220, ‡ 183.
Champignon de l'Ivraie, p. 158, ‡ 402.
—— (Empoisonnement), p. 159.
Champignons alimentaires, p. 153.
—— (Germination), p. 159, ‡ 405.
Chancelier de l'Echiquier (M. Gladstone comme), p. 240.
Chanvre (Végétation du), p. 221, ‡ 743.
Chapdeuil (Dômes de), p. 147.
Charcuterie (Inspections des viandes de), p. 292, ‡ 850.
Charente-Inférieure (Ostréiculture), p. 218.
Charrin (Dr A.). — Les poisons de l'atmosphère, p. 299, ‡ 916.
Chemin de fer de Courcelles au Champ-de-Mars, d'Issy à Viroflay R. G., p. 145, ‡ 312.
Chemins de Fer et marine marchande en France, p. 235, ‡ 808.
—— et voies navigables (Concurrence), p. 240.
Chartreuse d'Auray, p. 311.
Cheval (Herpès du), p. 163, ‡ 449.
Chevalier (A. J. B.). — Appareil végétatif des Myricacées, p. 164, ‡ 457.
Chevreux (Ed.). — Révision des Amphipodes, p. 168, ‡ 474.
Chien (Cavité buccale du), p. 213, ‡ 696.
Chimie des infiniments petits, p. 88,
—— p. 126, ‡ 231.
Chirurgie des anciens, p. 188.
Chlorure d'aluminium (Décomposition du), p. 136, ‡ 271.
Chlorure alcalins (Toxicité des), p. 155, ‡ 373.
Choroïdites (Traitement des), p. 214, ‡ 728.
Chute de neige, p. 138.
Cimetière du clan gaulois du Mont-Epié, p. 182.
Cimetières (Nouveau système d'aménagement des), p. 302.
Circulation placentaire, p. 208, ‡ 662.
Clairvaux (Jura) (Lac de), p. 178.
Clan gaulois du *Mont-Epié*, p. 182.
Classification du *Crétacé*, p. 144.
Clote (Dolmen de), p. 185.
Clusius (Histoire des Plantes rares de), p. 160, ‡ 424.
Coagulation de l'albumine, p. 136, ‡ 275.
Cocaïne (Action de la), p. 169, ‡ 484.
Cochenilles d'Afrique, p. 172.
Cœurdevache (P.). — Décroissance de température dans la verticale, p. 138, ‡ 279.
Cohéreurs Marconi, p. 123, ‡ 216.
Collecteur (Percement du grand), p. 106.
Colletotrichum Lindemuthianum, p. 157, ‡ 389.
Collignon (Ed). — Discussion sur l'hydrodynamique, p. 104.
—— Rayons de courbure, p. 104, ‡ 34.
—— Courbes de sûreté, p. 104, ‡ 50.
Collin (E.). — Tumulus de Montigny, p. 188.
—— Nécropole mérovingienne, p 188.
Colonies scolaires de Russie, p. 242.
Coloration de l'Avoine, p. 162, ‡ 446.
Combustibles fossiles (Propagation des Bactariacées dans les), p, 153, ‡ 345.
Comité local de Nantes, p. 77.
Commerce (Ecoles pratiques de), p. 242.
Commissions permanentes, p. 75.
—— des conférences, p. 75.
—— des finances, p. 75.
—— d'organisation du Congrès de Boulogne, p. 75.
—— de publication, p. 75.
—— des subventions, p. 76.
Composés non conducteurs, p. 129, ‡ 231.
—— *ternaires* des végétaux, p. 131, ‡ 243.
Compte rendu financier, p. 99.
Concurrence entre les chemins de fer et les voies navigables, p. 240.
Conductibilité calorifique des étoffes, p. 120, ‡ 183.
Conduit auditif (Évidement du), p. 213.
Conférences, pp. 1, 4, 19, 20, 36, 43, 63.
—— (Commission des), p. 75.
Congrès de Nantes, p. 67.
—— (Journaux représentés au), p. 83.
—— (Programme du), p. 84.
Congrès de Boulogne, pp. 75, 243.
Coniques (Cercles focaux dans les), p. 108, ‡ 132.
Conjonctive (Injections sous-conjonctivales, p. 214, ‡ 728.
Conleau (Excursion à) p. 308.
Conseil d'administration, p. 70.
Conservation des jus de diffusion, p. 126.
—— *des champignons*, p. 153.
—— *des boissons hygiéniques*, p. 286, ‡ 847.
Constitution de la morphine, p. 128.
—— *de l'acide camphorique*, p. 130, ‡ 238.
—— du gallate d'antimoine, p. 131.
Construction des Cartes, p. 110.
Constructions des carrés magiques, p. 109.
Contagion de la tuberculose, p. 245.
Contesté franco-brésilien, p. 224.
Cordaïtes (Pollen de), p. 161, ‡ 436.
Cordoue (Monuments arabes de), p. 19.
Corps opaques, p. 117.
—— *pituitaire*, p. 205.
11me Corps d'Armée (La fièvre typhoïde dans le), p. 299, ‡ 900.
Corrections ou traité d'astronomie de Delambre, p. 107.

Corset abdominal, p. 208.
Cossman (M.). — Espèces crétaciques recueillies en France, p. 146, ‡ 322.
Côte océanique de France (Amphipode de la), p. 168, ‡ 474.
—— d'*Ivoire*, p. 227.
Côtes françaises (Diatomées des), p. 156, ‡ 375.
—— *de Bretagne* (Hirondelle), p. 170.
—— Ouest et Sud-Ouest de France (ostréiculture), p. 218.
Coton (Mercerisation du), p. 126.
Couleurs (Photographie en), pp. 207, 283, ‡ 843.
—— *et maladies nerveuses*, p. 198.
Coupin (H.). — Toxicité des chlorures bromures, iodures alcalins, p. 155, ‡ 373.
Coupry (P.). — Nouveau système d'aménagement des cimetières, p. 302.
Courbes de sureté, p. 104, ‡ 50.
—— du 2e ordre, pp. 104, 108, ‡ 34, ‡ 132.
Courbure (Rayon de), p. 104, ‡ 34.
Courmas (Ateliers néolithiques), p. 183.
Courmont (Dr J.). — Essais d'agglutination du bacille de Nicolaïer, p. 202.
—— Nouvelle tuberculose streptobacillaire, p. 203.
—— Discussion sur la tuberculose, p. 245.
—— —— sur la polynévrite, p. 285.
—— —— sur le pain, p. 285.
—— L'enseignement de l'Hygiène, p. 285.
—— Discussion sur l'inspection des viandes, p. 294.
—— —— sur les accidents des ouvriers des filatures de crins, p. 297.
Couteau (Plaie par coups de), p. 197, ‡ 636.
Coutil (L.). — Le camp Harrouard, p. 183, ‡ 561.
—— Monuments mégalithiques christianisés, p. 183, ‡ 565.
Couvertes cristallisées, p. 36.
Crâne, p. 210, ‡ 683.
Crétacé supérieure de l'Algérie, p. 144.
Crimail. - Discussion sur la variole en Tunisie, p. 292.
—— Nécessité d'une loi d'obligation vaccinale, p. 295, ‡ 876.
Crins (Filature de), p. 296, ‡ 888.
Croisic (Eau de pluie rose du), p. 142, ‡ 291.
—— (Erratique du), p. 144.
—— (Excursion au), p. 303.
Croix de Crookes, p. 120, ‡ 181.
Crookes (Expérience de la Croix de), p. 120, ‡ 181.
Croup (Vapeurs à base d'eucalyptus dans le), p. 206.
Cultures dérobées, p. 221.
Curie (J.). — Erratum à la note du congrès de Saint-Etienne, p. 110.
—— Représentation proportionnelle, p. 280, ‡ 802.
Curiosités du calcul, p. 108, ‡ 139.
Cyclones des 8 et 10 août, p. 141.
Daleau (F.). — Gravures paléolithiques de Pair-non-Pair, p. 180.
Dalton (Loi de), pp. 133, 134.
Darzens. — Acétate de méthyle monochloré, p. 130.
Dassonville (Ch.). — Coloration de l'Avoine, p. 162, ‡ 446.
—— Herpès du cheval, p. 163, ‡ 449.
—— Action de la Cocaïne, p. 169, ‡ 484.
—— Végétation du Sarrazin et du Chanvre, p. 221 ‡ 743.
Décoloration des vins, p. 282.
Décomposition du chlorure d'aluminium p. 136, ‡ 271.
Découverte d'un tumulus, p. 188.
Décret, p. I.
Décroissance de température dans la verticale, p. 138, ‡ 279.
—— de la fièvre typhoïde, p. 299, ‡ 900.
Dekterew (Dr W.). — Services médicaux sanitaires en Russie, p. 214, ‡ 700.
—— Colonies scolaires de Russie, p. 242.
—— Discussion sur la tuberculose, p. 279.
—— Institutions sanitaires de Saint-Pétersbourg, p. 300, ‡ 923.
Delage (Yves). — Un périodique nouveau, p. 169.
Delambre (Traité d'astronomie de), p. 107.
Délégués de l'Association, p. 71.
—— des sections, p. 72.
De l'Escluze (Ch.). — (Histoire des plantes rares de), p. 160, ‡ 424.
Délire du toucher, p. 212.
Delisle (Dr F.). — Discussion sur la Patagonie, p. 223.
Delivet (E.). — Les Ports francs, p. 236, ‡ 819.
Delore (X.). — Circulation placentaire et thrombose, p. 208, ‡ 662.
Delort. — La pointe de lance en bronze, p. 175, ‡ 526.
—— Traces d'un art architectonique, p. 175.
—— Discussion sur l'architecture primitive de l'Islande, p. 177.
Dépenses correspondant à l'assainissement des villes, p. 230.
Dépôts de bronze de Bretagne-Armorique, p. 186, ‡ 602.
Dépouillement du scrutin d'arrondissement, p. 280, ‡ 802.
Dérivés bromés de la morphine, p. 129.
Dérivées factorielles, p. 105, ‡ 76.
Deschamps (E.). — Anciennes races de l'Inde anglaise, p. 179.
Détonateur permettant d'apprécier en marche la différence de potentiel, p. 121.
Deux-Sèvres (Hiver de 1709 dans les), pp. 138, 140, ‡ 277.
—— (Chute de neige dans les), p. 138.
Développement des jeunes bovidés, p. 221.
Dex (L.). — Navigation aérienne dans le Sahara, p. 226, ‡ 778.
Diabète, p. 190.
—— en Tunisie, p. 192.
—— et le régime alimentaire, p. 193.
—— Pathogénie du, p. 194.
—— (Troubles de la vue dans le), p. 196.

Diatomées rares, p. 156, ± 375.
Dianoux. — Troubles oculaires dans le Diabète, p. 196.
Dibos. — Navigation aérienne dans le Sahara, p. 226, ± 778.
Dictionnaire de la Table, p. 302.
Dieu, la *matière*, l'*énergie*, p. 133.
Dioscorea de l'Amérique du Sud, p. 152.
Discussion sur la nomenclature chimique, p. 136.
Dispositif pour tout microscope, p. 117.
Djurjura (Myriapode cavernicole), p. 170.
—— (Isopode cavernicole du), p. 172.
Dolmen des *Sermiers*, p. 182.
—— de *Clotes*, p. 185.
Domestication de l'éléphant, p. 63.
Dordogne (Dolmen de Clotes), p. 185.
—— (Grotte de la Mouthe), p. 186.
—— (Tufs de la Gaubert), p. 147, ± 332.
—— (Dômes de Mareuil et Chapdeuil), p. 147.
Dougall (Hirondelle de mer de), p. 170.
Doumergue (F.). — Campanule nouvelle, p. 163, ± 455.
—— Préhistorique de la Province d'Oran, p. 184, ± 574.
Doute (Folie du), p. 212.
Drapeyron (L.). — Jonction geodésique de la France et de l'Italie, p. 227, ± 795.
Dufour. — Coloration de l'Avoine, p. 162, ± 446.
Dumont (A.). — Les sources démographiques, p. 185, ± 593.
Dupouy. — Ferments oxydants des laits, p. 128.
Duran-Loriga (J. J.). — Cercles remarquables de triangle, p. 109, ± 147.
Duroy de Bruignac. — Travail des hélices et des carènes, p. 110, ± 168.
Dynamique (Application de la), p. 104, ± 34.
Eau de pluie rose, p. 142, ± 291.
—— stérilisée par ébullition, p. 245, ± 840.
Eaux d'égouts, p. 145, ± 303.
—— (Leur rôle en géographie), p. 225, ± 773.
—— *de Nantes*, p. 297, ± 891.
Ebullition (Eau stérilisée par), p. 245, ± 840.
Ecole d'Agriculture Coloniale de Tunis, p. 217.
Ecoles, pp. 241, 242.
—— *pratiques d'industrie* et de commerce, p. 242.
Economie politique, p. 229, ± 798.
Echantillons de Matthiola, p. 162.
Echiquier (M. Gladstone comme chancelier de l'), p. 240.
Ecrans au platinocyanure de baryum, p. 115, ± 177.
Education, p. 241.
Effets produits sur l'homme par un parasite, p. 212.
Egouts (utilisation des eaux), p. 145, ± 303.
Electricité, pp. 113, 115, 118, 119, 120, 121, 137, 203, ± 181, ± 191, ± 201, ± 660.
Electro-aimants, pp. 121, 201.
Eléphant d'Afrique, p. 63.
Embryogénie de la Limnæa Stagnalis, p. 169, ± 497.
Empoisonnement par des champignons, p. 159.
Endoexploration Rœntgénienne, p. 122.
Enfants vicieux et arriérés, p. 242.
Enseignement, p. 241 ± 829.
—— de l'Hygiène, p. 285.
Energie (L'), p. 133.
Enroulement d'un ouvrier sur une poulie, p. 106.
Epaule (Luxation de l'), p. 200, ± 648.
Epidémie de polynévrite, p. 284.
—— de fièvre typhoïde, pp. 297., 299.
Epoque halstattienne, p. 179, ± 555.
—— paléolithique, p. 180.
—— néolithique, p. 183.
—— du bronze, p. 186, ± 602.
Equations algébriques, p. 109.
—— de la densité, de la masse, p. 133.
Erratique du Croisic, p. 144.
Erratum de M. J. Curie (Cartes de M. Bobinet), p. 110.
Erreurs fortuites (Loi des), p. 160, ± 156.
Espagne (Monuments de l'), p. 19.
Espèces crétaciques, p. 146, ± 322.
Esthiomène de la vulve, p. 201.
Estomac (Cancer de l'), p. 200, ± 644.
Etablissements scolaires, pp. 241, 242.
Etat sanitaire de Nantes, p. 297.
Etiennez (E.). — Discours, p. 85.
Etincelles électriques, p. 113.
Etoffes (Conductibilité calorifique des), p. 126, ± 183.
Etrier (Mobilisation de l'), p. 213.
Etude de la respiration des végétaux, p. 131, ± 243.
—— des nuages, p. 140, ± 281.
—— des régions supérieures, p. 141, ± 283.
Etudes sur l'état sanitaire de Nantes, p. 297.
Eucalyptus (Vapeurs à base d'), p. 206.
Euclide (Postulatum d'), p. 107, ± 104.
Eure (Camp Harrouard), p. 183, ± 561.
—— (Megalithes christianisées), p. 183, ± 565.
Evidement du conduit auditif, p. 213.
Examen des tubes métalliques, p. 116.
Excrétion urinaire, (Influence de l'alimentation), p. 193.
Excursion au Croisic et à Guérande, p. 302.
—— à Indret, Paimbœuf, Trignac, et Saint-Nazaire, p. 306.
—— *finale*, p. 307.
Excursions générales, p. 302.
Expériences de cours, p. 122, ± 203.
—— sur les cohéreurs, p. 123, ± 216.
Exploitation des Chemins de Fer (Influence du mode d'), sur le développement de la marine marchande, p. 235, ± 808.
Exploration scientifique, p. 43.
Explosion d'une meule d'émeri, p. 106.
Exposition universelle de 1900, p. 145, ± 312.
Extenseur commun des orteils (Kyste de l'), p. 196, ± 631.
Extraction de l'étrier, p. 213.

Extrait de corps pituitaire, p. 205.
Eysseric (J.). — Voyage à la côte d'Ivoire, p. 227.
Fabrication du sucre, p. 126.
Facteurs premiers, p. 109, * 144.
Faillet. — Discussion sur le pain, p. 239.
Faune icthyologique des Pyrénées, p. 167.
Féret (A.). — Hygiène morale, p. 241.
—— Discussion sur la tuberculose, p. 282.
—— La maison rurale, p. 283.
—— Hygiène de l'âme, p. 302.
Fermentation, pp. 128, 218, 219, 220.
Ferments oxydants des laits, p. 128.
Féry (C.). — Electro-aimants, p. 121, * 201.
Ficheur (E.). — Géologie du massif d'Arzeu, p. 146.
Ficus d'un gisement oligocène, p. 158, * 396.
Fièvre typhoïde, pp. 207, 297.
—— dans le 11e Corps d'Armée, p. 299, * 900.
Figures d'hommes et d'animaux décorant des Torques, p. 175, * 530.
Figurine trouvée à Quilly, p. 182.
Filatures de crins, p. 296, * 888.
Filhol (Dr H.). — Nouvelle galerie du Muséum, p. 63.
Filtration des eaux de Nantes, p. 297, * 891.
Finances (Commission des), p. 75.
—— de l'Association, p. 99.
Finistère (Herborisation dans le), p. 160, * 433.
Fissidens grandifrons, p. 160.
Flammés, p. 36.
Flore du Nord-Ouest, p. 160.
—— *de Belle-Isle-en-Mer*, p. 165.
—— *microbienne de la gueule du chien*, p. 213, * 696.
Florule lichénologique du Pteris aquilina, p. 161, * 441.
Fluoroscopie, p. 115.
Foie, p. 198.
Folie du doute, p. 212.
Fondateurs, p. XVII.
Fontaneau (E.). — Hydrodynamique, p. 103, * 1.
Forges de Trignac, p. 313.
Formation des combustibles fossiles, p. 153, * 345.
Fossiles des Grottes, p. 179, * 549.
—— (Combustibles) p. 153, * 345.
Foudre en plaine, p. 137.
Fouilles à Carthage, p. 177.
—— de l'époque gauloise, p. 179, * 555.
—— dans la région de Carnac, p. 181.
—— des Tumulus du Jura, p. 181.
Foveau de Courmelles (Dr). — Fabrication du sucre, p. 126.
—— Discussion sur les dépenses occasionnées par l'assainissement des villes, p. 230.
—— Applications hygiéniques de l'ozone, p. 282.
Fractures des membres, p. 201, * 650.
Frais occasionnés par les ports de mer, p. 236.
France (Espèces crétaciques), p. 146, * 322.
—— (Géodésie de la), p. 227, * 795.
Friedel (Ch.). — Décomposition d'un carbure saturé linéaire, p. 136, * 271.
Frolov (Gal M.). — Le postulatum d'Euclide, p. 107, * 104.
Frontale conjuguée (Microscope à), p. 123, * 208.
Gaches-Sarraute (Mme Dr). — Le Corset abdominal, p. 208.
Gadeceau (E.). — Flore de Belle-Ile-en-Mer, p. 165.
Gain (Ed.). — Tricotylie chez le Phaséolus, p. 156, * 382.
—— Semences de Phaséolus, p. 157, * 389.
Galante (E.). — Les finances de l'Association, p. 99.
Galerie nouvelle du Museum, p. 63.
Gallate d'antimoine, p. 131.
Gangrène de l'avant-bras, p. 200, * 648.
—— consécutive à des fractures des membres, p. 201, * 650.
Gard (Gisement oligocène), p. 158, * 396.
Garnault (P.). — Avantage de l'évidement du conduit auditif, p. 213.
—— Traitement de la surdité, p. 213.
Garrigou-Lagrange (P.). — Oscillations du baromètre, p. 138.
—— Caractères des saisons, p. 139.
Gaubert (Dordogne). (Les tufs de), p. 147, * 332.
Gauchery (P.). — Vignes hybrides, p. 160, * 417.
Gauckler (P.). — Fouilles à Carthage, p. 177.
Gaule (Sol de l'ancienne), p. 175, * 526.
—— (Fouilles de l'époque gauloise), p. 179, * 555.
—— (Clan du Mont-Epié), p. 182.
Gauthiot. — Discussion sur la Patagonie, p. 223.
—— La mission Marchand, p. 224.
Gavr'inis (Ile de), p. 309.
Génie Civil, p. 111.
Gentianacées (Tiges des), p. 154, * 353.
Géodésie, pp. 103, 227, * 1, * 795.
Géographie, p. 223, * 761.
—— (Rôle des eaux en), p. 225, * 773.
Géologie, p. 143, * 297.
—— de la Guyane, p. 144.
—— de la vallée de l'Oise, p. 145, * 303.
—— de Paris, p. 145, * 312.
—— du Massif d'Arzeu, p. 146.
Géométrie, p. 104, 108, 109, 110, * 50, * 73, * 132, * 147, * 170.
—— *générale des espaces*, p. 108, * 111.
—— *géodésique de la France*, p. 227, * 795.
Gerber (Dr C.). — Etude de la respiration des végétaux, p. 131, * 243.
—— Inflorescence des Liquidambars, p. 155, * 358.
—— Réserves dans les olives et les ricins, p. 163.
Germination des spores de champignons, p. 159, * 405.
Giard (A.). — Myriapode cavernicole de Djurjura, p. 170.
—— Cochenilles d'Afrique, p. 172.

Giard (A.). — Un isopode cavernicole du Djurjura, p. 172.
Girard (H.). — Les Nugs du Haut-Tonkin, p. 184, ‡ 583.
Gironde (Grotte de Pair-non-Pair), p. 180.
Gisement olégocène de Célas (phosphates), p. 158, ‡ 396.
—— nouveau des phosphates (Accous), p. 215, ‡ 736.
Gladstone, comme chancelier de l'Echiquier, p. 240.
Glangeaud (H.). — Dômes du Mareuil et de Chapdeuil, p. 147.
Gorgeu (A.). — Décomposition d'un carbure saturé linéaire, p. 136, ‡ 271.
Gouin (A.) — Développement des jeunes bovidés, p. 221.
Gradient barométrique, p. 138, ‡ 279.
Graines monocotylédonées, p. 159, ‡ 409.
Grains de pollen des Cordaïtes, p. 161, ‡ 436.
Grammont (Météorite du château de), p. 146, ‡ 330.
Gramont (Cte A. de). — Analyse spectrale des composés non conducteurs, p. 129, ‡ 231.
Grande Bretagne (Reformatory Schools), p. 243.
Granger. — La poterie moderne, p. 36.
Gravures paléolithiques, p. 180.
—— *sur roche de la Mouthe*, p. 186.
Grenade (Monuments de), p. 19.
Grès à Sabalites, p. 148, ‡ 337.
Grimaux. — La Chimie des infiniments petits, p. 88.
Grippe, pp. 204, 205.
Grison-Poncelet. — Discussion sur les dépenses occasionnées par l'assainissement des villes, p. 230.
Grossouvre (A. de.). — Grès à Sabalites, p. 148, ‡ 337.
Grotte de Pair-non-Pair, p. 180.
—— de la Mouthe, p. 186.
Grottes (Puits fossilifères des), p. 179, ‡ 549.
Groupe 1er, p. 103, ‡ 1.
—— 2e, p. 112, ‡ 172.
—— 3e, p. 143, ‡ 297.
—— 4e, p. 215, ‡ 736.
Groupes primitifs de classe *n-2* et de degré *n*., p. 110, ‡ 157.
Guébhard (Dr A.) — Discussion sur les étincelles électriques, p. 114.
—— Voilage de la plaque photographique, p. 115.
—— Accidents frontaux et anticlinaux déversés, p. 149.
—— Essai d'orotectonique graphique, p. 150.
Guérande (La Pierre de), p. 183.
—— (Excursion à), p. 302.
Guérin (P.). — Champignon de l'ivraie, p. 158, ‡ 402.
Guerne (Bon J. de). — Domestication de l'éléphant, p. 63.
Gueule du chien, p. 213 ‡ 696.
Guillemet. — Discussion sur le corset abdominal, p. 208.
Guinard (L.). — Propagation de la tuberculose, p. 244.
Guinard (L.). — Valeur alimentaire de l'eau stérilisée par ébulition, p. 245, ‡ 840.
Guyane française (Géologie de la), p. 144.
—— (Contesté franco-brésilien), p. 224.
Gymnastique intellectuelle, p. 241, ‡ 829
Halphen (G.). — Coagulation de l'albumine, p. 136, ‡ 275.
Hargrave (Cerf-volants), p. 141, ‡ 281.
Hautes-Pyrénées (Grotte de Tibiran), p. 179, ‡ 549.
—— (Phosphates d'Accous), p. 215, ‡ 736.
Hauteurs des nuages, p. 142, ‡ 283.
Hauts-Fourneaux de Trignac, p. 313.
Haut-Tonkin (Nungs du), p. 184, ‡ 583.
Hefner (Unité), p. 124, ‡ 223.
Hélices (Travail des), p. 110, ‡ 168.
Henrot (Dr H.). — Discussion sur l'hypothèse de Koch, p. 207.
—— Discussion sur l'inspection des viandes, p. 293.
—— —— sur les ouvriers employés dans les filatures de crins, p. 297.
—— —— sur la responsabilité des patrons, p. 300.
Henry (L.). — Nitriles non saturés $C_nH_{2n-1}-CN$, p. 130 ‡ 233.
Herbier des Muscinées, p. 157.
Herborisations lichénologiques, p. 160, ‡ 433.
Herpès du cheval, p. 163, ‡ 449.
Herran (A.). — Dieu, la matière, l'énergie, p. 133.
—— Equations de la densité, de la masse, etc., p. 133.
—— Equations de la pression, de la chaleur, p. 134.
Heterodera radicicola, p. 159, ‡ 413.
Hirondelle de mer (Reproduction de l'), p. 170.
Histoire naturelle (Muséum de Nantes), pp. 145, 156, 169.
—— de la graine, p. 159, ‡ 409.
—— des plantes rares de Ch. De l'Escluze, p. 160, ‡ 424.
—— de l'Abbaye de Jarcy-en-Brie, p. 186, ‡ 932.
Hiver de 1709, pp. 138, 140, ‡ 277.
Homme (Propagation de la tuberculose de l'), p. 244.
—— (Contagion de la tuberculose de l'homme à l'), p. 245.
—— (Tuberculose streptobacillaire d'origine humaine), p. 203.
Hommes fossiles, p. 19.
Hôtel-Dieu de Nantes, pp. 207, 214.
Houille (Huiles légères de), p. 136.
Hourst. — Navigation aérienne dans le Sahara, p. 226, ‡ 778.
Hublé (Dr M.). — Discussion de la variole en Tunisie, p. 291.
—— La fièvre typhoïde dans le 11e Corps d'Armée, p. 299, ‡ 900.
Hugounenq. — Décoloration des vins, p. 282.
Huiles de bois, p. 128.
—— *légères* de houille, p. 136.
—— *d'olives*, p. 219.

Hurmuzescu (Dr). — Transformation des rayons X, p. 119.
—— Modifications dues à l'alimentation, p. 121.
Hydrodynamique, p. 103, ± 1.
Hygiène, p. 244, ± 840.
—— *morale*, p. 241.
—— (Enseignement de l'), p. 285.
—— *de l'âme*, p. 302.
Hypnotisme, pp. 4, 212. 242.
Hypothèse de Koch, p. 206
Ile de Noirmoutier (Végétation de l'), p. 165.
—— *de Belle-Ile-en-Mer* (Flore), p. 165.
—— —— (Excursion dans), p. 311.
—— *de Gavr'inis* (Excursion à l'), p. 309.
Ille-et-Vilaine (Niveau à Phacops Potieri), p. 148, ± 340.
Inde anglaise (Races anciennes de), p. p. 179.
Industrie (Écoles pratiques d'), p. 242.
Indret (Excursion et visite à), p. 306.
Inflorescence des Liquidambars, p. 155, ± 358.
Influence de la lumière colorée dans les maladies nerveuses, pp. 207, 283, ± 843.
—— du milieu atmosphérique sur l'apparition des phénomènes morbides, p. 282.
Influenza (Bactériologie), p. 204.
—— p. 205.
Injections sous conjonctivales iodo-iodurée, p. 214, ± 728.
Inoculation de la terre arable, pp. 136, 215.
Inspection des viandes, p. 292, ± 850.
—— —— p. 300.
Institut Verneuil, p. 305.
Institutions sanitaires de Saint-Pétersbourg, p. 300, ± 923.
Instruction (Hygiène morale de l'), p. 241.
Insuffisance hépatique, p. 198.
Intoxication (Responsabilité des patrons pour les), p. 300.
Introduction dans l'organisme de l'acide salicylique et du lithium, p. 121.
Iodures alcalins (Toxicité des), p. 155, ± 373.
Irlande (Architecture primitive de l'), p. 177.
Isoëtes dans les lacs pyrénéens, p. 154.
Isopode cavernicole du Djurjura, p. 172.
Italie (Géodésie de l'), p. 227, ± 795.
Itinéraire de Vinh à Luang-Prabang, p. 226.
Iversenc. — Purpura infection, p. 198.
Ivraie (Champignon de l'), p. 158, ± 402.
Jambe de bois (Une) au Moyen-Age, p. 188.
Jammes (L.). — Puits fossilifères des grottes, p. 179, ± 549.
Jarcy-en-Brie (Abbaye de), p. 186, ± 932.
Jardin des Apothicaires de Nantes, p. 151.
—— *Colonial* en France, p. 166.
Jodin (H.). — Nervation des pièces florales, p. 160, ± 428.
Jonction géodésique de la France et de l'Italie, p. 227, ± 795.
Jouin (Dr F.). — Avortement en deux temps, p. 214, ± 732.
Joule (Loi de), p. 133.
Journaux représentés, p. 83.
Jura (Palafittes du Lac de Clairvaux), p. 178.
—— (Fouilles dans le), p. 181.
Jura (Fouille dans le), p. 181.
Jus de diffusion p. 126.
Kami (Région aurifère de) p. 227.
Kerforne (F.). — Niveau à Phacops Potieri. p. 148, ± 340.
Khâs (Mission au pays des), p. 226.
Kieffer. — Carex de Provence p. 157, ± 391.
Kirchberg. — Trois cas de béribéri p. 207.
—— Fièvre typhoïde, p. 207.
Koch (Hypothèse de), p. 206.
Kolb (P). — Conductibilité calorifique des étoffes, p. 120, ± 183.
Kyste, p. 196, ± 631.
Laboulbène (Teichomysa fusca), p. 212, ± 691.
Lac Tanganyika, p. 173, ± 508.
—— de Clairvaux (Jura), p. 178.
Lacs pyrénéens (Isoëtes des), p. 154.
Laisant (C. A.). — L'Association Française en 1897-1898, p. 95.
—— Proposition d'algèbre, p. 104, ± 73.
—— Dérivées factorielles, p. 105, ± 76.
Laits (Ferments oxydants), p. 128.
Lampe étalon, reproduisant l'unité Hefner —— p. 124, ± 223.
Lance (Pointe de), en bronze, p. 175, ± 526.
Lannois. — Photographie en couleurs, p. 198.
—— Traitement des bourdonnements d'oreille, p. 198.
Laos (Itinéraire de Vinh à Luang Prabang) p. 226.
Larocque. — Observatoire météorologique du Petit-Port, p. 141.
Larve du Teichomysa fusca, p. 212, ± 691.
Laryngite tuberculeuse, p. 202, ± 653.
Laurent (L.). — Ficus d'un gisement oligocène. p. 158, ± 396.
La Vaulx (Cte H. de). — La Patagonie. p. 223, ± 761.
Law-Bros (N. 1.). — Architecture primitive de l'Irlande, p. 177.
Le Bihan. — Etude des nuages en photographie, p. 140, ± 281.
—— Cerf-Volants Hargrave, p. 141, ± 281.
Leduc (Dr S.). — Etincelles électriques, p. 113.
—— Bouteille de Leyde p. 115.
—— Machine de Wimshurst, p. 115.
—— Radiographie, p. 118.
—— Discussion sur le diabète, p. 191.
—— —— sur l'influence de l'alimentation, p. 194.
—— Traitement de la laryngite, p. 202, ± 653.
—— —— des paralysies périphériques, p. 203, ± 660.

Lefèvre. — Mercerisation du coton, p. 126.
Lefort (Puits), p. 297, ± 888.
Légumineuses (Culture des), p. 221.
Lejeune. — Conservation des boissons hygiéniques, p. 286, ± 847.
Le Meignen. — Plans des monuments mégalithiques des environs de Locmariaker, p. 189.
Lémeray. — Racines des équations algébriques, p. 109.
Lentille de microscope biachromatique, p. 122, ± 208.
Lépine (R.). — Rapport sur la question proposée à la 12e section, p. 190.
Lépiote (Champignon du genre), p. 159.
Le Rouzic. — Fouilles dans la région de Carnac, p. 181.
Lesage (P.). — Germination des spores de champignons, p. 159, ± 405.
Lésions étendues et complexes de poitrine, p. 197, ± 636.
Leulillieux (Dr). — Introduction dans l'organisme de l'acide salicylique et du Lithium, p. 121.
—— Production maxima des rayons X, p. 121.
Levat (E.-D.). — Placers aurifères, p. 1.
—— Phosphates noirs d'Accous, pp. 143, 215, 216, ± 297, ± 736.
—— Géologie de la Guyane Française, p. 144.
—— Contesté franco-brésilien, p. 224.
Lichens, p. 160, ± 433.
—— du Pteris aquilina, p. 161, ± 441.
Limnæa stagnalis, p. 169, ± 497.
Linyer. — La Loire navigable, p. 227.
Liquidambars (Inflorescence des), p. 155, ± 358.
Liquidambaracées (Leur place dans la classification), p. 155, ± 358.
Liquides en fermentation, p. 220.
Lisle du Dréneuc (P. R. de) — Les stations préhistoriques de la Loire-Inférieure, p. 189.
Liste des Bienfaiteurs, p. XVI.
—— — Membres fondateurs, p. XVII.
—— — —— à vie, p. XXIV.
—— générale des Membres, p. XXXIX.
—— du Conseil d'Administration, p. 70.
—— des anciens présidents, p. 70.
—— des délégués de l'Association, p. 71.
—— des bourses de session, p. 82.
—— des Sociétés savantes représentées, p. 82.
—— des Journaux représentés, p. 83.
Lithium, p. 121.
Livon (Ch.). — Action des sécrétions internes, p. 199.
—— Action de l'extrait du corps pituitaire, p. 205.
Lockmariaker (Monuments mégalithiques), pp. 181, 189, 309.
Loi des erreurs fortuites, p. 110, ± 156.
—— vaccinale, p. 295, ± 876.
Loir (A.) (père). — Facteurs 1er inférieurs à 100, p. 109, ± 144.
Loir (Dr A.). — Le Diabète à Tunis, p. 192.
—— Discussion sur le corset abdominal, p. 208.
Loir (Dr A.). — Ecole d'agriculture coloniale de Tunis, p. 217.
—— Procédé de vinification Rosenthiel, p. 218.
—— Rancissement des huiles d'olives, p. 219.
—— Vinification des moûts, p. 220.
—— Statistique de la population de Tunis, p. 230, ± 798.
—— Discussion sur l'enseignement de l'hygiène, p. 286.
—— Vaccination obligatoire, p. 286.
Loire navigable (La), pp. 227, 240.
Loire-Inférieure (Truffes de la), p 152.
—— (Figurine trouvée à Quillly), p. 182.
—— (La Pierre de Guérande), p. 183.
—— (Stations préhistoriques de la), p. 189.
Lois de *Dalton* et de *Joule*, p. 133.
—— de Gay-Lussac, p. 134.
Lolium temulentum L., p. 158, ± 402.
Luang-Prabang (Laos), (Itinéraire de Vinhà), p. 226.
Lumière colorée dans le traitement des maladies nerveuses, pp. 207, 283, ± 843.
Lune (Mouvement de la), p. 138.
Lunettes fixes (Spectroscopes à) p. 117.
Lustres, p. 36.
Luxation de l'épaule, p. 200, ± 648.
Machine statique et radiographie, p. 118.
Machine électrostatique médicale, p. 121.
Mahé. — Période glaciaire en Algérie, p. 144.
Maillet (E.). — Des groupes primitifs, p. 110, ± 157.
Main (Gangrène de la), p. 200, ± 648.
Maine-et-Loire (Asile de Saint-Germain-sur-Loire), p. 284.
Maison rurale, p. 283.
Maître (L.). — Figurine trouvée à Quilly, p. 182.
Maladies nerveuses, pp. 207, 210, 212, 283, 284, ± 688, ± 843.
Malherbe (H.). — Bromisme cutané, p. 211.
Manche (Diatomées des côtes de la), p. 156, ± 375.
Mandre (Menhir de), p. 185, ± 597.
Manouvrier (Dr). — Les hommes fossiles, p. 19.
Marcamps (Grotte de Pair-non-Pair), p. 180.
Marchand (Mission), p. 224.
Marchand (E.). — Mesure des hauteurs des nuages, p. 142, ± 283.
Marchand (E.). — Reproduction de l'anguille, p. 168.
—— Reproduction des Saumons, p. 171.
Marcilly-sur-Eure, p. 183, ± 561.
Marconi (Cohéreurs), p. 123, ± 216.
Mareuil (Dômes de), p. 147.
Marfaux (Ateliers néolithiques), p. 183.
Marine marchande à voiles, p. 229.
—— —— et chemins de fer, p. 235, ± 808.
Marne (Nécropoles de la), p. 175, ± 528.
—— (Fouilles), p. 179, ± 555.
—— (Carte Préhistorique), p. 180, ± 559.
—— (Station campinienne de Ville-Dommange), p. 182.

Marne (Clan gaulois du Mont-Epié), p. 182.
—— (Ateliers néolithiques), p. 183.
Martel (E. A.). — Cavernes souterraines, p. 43.
Martinet (Un parasite du), p. 212.
Mastoïde aiguë, p. 213.
Mastopexie latérale, p. 199, ‡ 639.
Mastoptose hyperthrophique, p. 199, ‡ 639.
Mathématiques, p. 103, ‡ 1.
Mathias (E.). — Un mémoire de M. Battelli, p. 112, ‡ 172.
Matière (La), p. 133.
Matruchot. — Herpès du cheval, p. 163, ‡ 449.
Matthiola, p. 162.
Mécanique, p. 103, ‡ 1.
Médecine, p. 190, ‡ 631.
—— et *spécialisation médicale*, p. 211.
—— *publique*, p. 244, ‡ 840.
Mégalithes christianisées, p. 183, ‡ 565.
—— de Locmariaker, p. 189.
Membres (Listes des), p. I.
—— d'honneur du Comité local, p. 77.
—— du Comité local, p. 79.
—— (fractures des), p. 201, ‡ 650.
Mémoire de M. Battelli, p. 112, ‡ 172.
Menhir de Mandres, p. 185, ‡ 597.
Ménier (Ch.). — Les truffes de la Loire-Inférieure et de la Vendée, p. 152.
—— Conservation des champignons, p. 153.
—— Empoisonnement par un champignon, p. 159.
—— Psalliotes rares de l'Ouest, p. 162.
—— Végétation fongique de l'île de Noirmoutier, p. 165.
Mer (Ténias des Oiseaux de), p. 167, ‡ 467.
—— (Hirondelle de), p. 170.
Mercerisation du coton, p. 126.
Mesure des hauteurs des nuages, p. 142, ‡ 283.
Météorite du château de Grammont, p. 146, ‡ 330.
Météorologie, p. 137, ‡ 277.
Méthode pour obtenir les facteurs premiers, p. 109, ‡ 144.
—— de *Schwartze*, p. 213.
Méthyle, p. 130.
Métropolitain de Paris, p. 145, ‡ 312.
Meule d'Émeri (Explosion d'une), p. 106.
Michaud. — Notes météorologiques, p. 138, ‡ 277.
Microbes de la Cavité buccale du chien, p. 213, ‡ 696.
Microscopie des corps opaques, p. 117.
—— (Visibilité des détails), p. 122, ‡ 203.
—— (Microscope à frontale conjuguée), p. 122, ‡ 208.
Milieu atmosphérique. (Son influence sur les phénomènes morbides), p. 282.
Minéralogie, p. 143, ‡ 297.
Mission Marchand, p. 224.
—— de la Chine française, p. 226.
Mixome kystique colloïde, p. 196, ‡ 631.
Mobilisation de l'étrier, p. 213.
Modifications dues à l'aimantation, p. 121.
Mollusques du lac Tanganyika, p. 173, ‡ 508.
Mont-Saint-Michel, p. 215.
Montigny (Tumulus), p. 188.
Monuments mégalithiques christianisés, p. 183, ‡ 565.
—— —— de Locmariaker, p. 189.
—— de Bretagne-Armorique, p. 186, ‡ 602.
Morbihan (Récoltes bryologiques dans le), p. 164.
—— (Flore de Belle-Ile), p. 165.
—— (Fouilles dans le), p. 181.
—— (Excursion dans le), p. 307.
Morel (L.). — Rareté des bijoux d'or, p. 175, ‡ 528.
—— Torques décorés, p. 175, ‡ 530.
—— Discussion sur les fouilles de l'époque gauloise, p. 180.
Morin. — Présentation de radiographies, p. 209, ‡ 678.
—— Position d'un corps métallique dans le crâne, p. 210.
Morot (C.). — Inspection des viandes, p. 292, ‡ 850.
Morphine (Constitution de la), p. 128.
—— (Dérivés bromés de la), p. 129.
Mort par piopneumothorax, p. 197, ‡ 636.
—— (Apparition des phénomènes morbides), p. 282.
Mortillet (A. de). — Fouilles dans les tumulus du Jura, p. 181.
Mortillet (G. de). — Discussion sur les fouilles des tumulus du Jura, p. 181.
—— —— Sur une figurine trouvée à Quilly, p. 182.
Mossé (A.). — Un cas de diabète, p. 193.
—— Purpura infectieux, p. 198.
Mottheau (Ch.). — L'abbaye de Jarcy, p. 186, ‡ 932.
Mouline. — Rancissement des huiles d'olive, p. 219.
Mouneyrat (A.). — Synthèse des carbures d'hydrogène chloré, p. 132, ‡ 265.
Mouthe (Grotte de la), p. 186.
Monts (Vinification des), p. 220.
Mouvements de la Lune, p. 138.
Moyen-Age, (Une Jambe de Bois au), p. 188.
Muscinées rares de Bretagne, p. 152.
—— (Herbier de), p. 157.
Muscle (Thermodynamique du), p. 117, ‡ 178.
Musée de Nantes, p. 157.
Muséum de Paris, (Nouvelle galerie du), p. 63.
—— de Nantes, pp. 145, 156, 169.
Myriapode du Djurjura, p. 170.
Myricacées, p. 164, ‡ 457.
Nantes (Session de), p. 67.
—— (Comité local), p. 77.
—— (Observatoire météorologique), p. 141.
—— (Muséum de), pp. 145, 156, 169.
—— (Jardin des apothicaires), p. 151.
—— (Musée de), p. 157.
—— (Hôtel-Dieu de), pp. 207, 214.
—— (École de Médecine de), p. 214.
—— (Institut bactériologique), p. 214.
—— (État sanitaire de), p. 297.
—— (Eaux de), p. 297, ‡ 891.
Navigabilité du Bandama, p. 227.

Navigation, p. 111.
—— (Application du système de construction des cartes de M. Babinet à la), p. 110.
—— aérienne dans le Sahara, p. 227, ± 778.
—— (La Loire navigable), p. 227.
Nécropole mérovingienne, p. 188.
Necropoles (Bijoux d'or), p. 175, ± 528
Neige, p. 138.
Nerfs, pp. 207, 210, 212, ± 688.
—— (Maladies nerveuses), p. 283, ± 843.
—— *sensitifs*, p. 169, ± 484.
—— (Polynévrite), p. 284.
Nervation des pièces florales, p. 160, ± 428.
Nicolaïer (Bacille de), p. 202.
Nicolas (H.). — Mollusques du lac Tanganyika, p. 173, ± 508.
Nicolas (Dr J.). — Prophylaxie de la contagion de la tuberculose, p. 245.
—— Nouvelle tuberculose streptobacillaire, p. 203.
Nitriles non saturés p. 130, ± 233.
Nittis (J. de). — Les poisons de l'atmosphère, p. 299, ± 916.
Niveau à Phacops Potieri, p. 148, ± 340.
Noirmoutiers (Végétation fongique), p. 165.
Nomenclature chimique, p. 136.
Nord-Ouest (Flore du), p. 160.
Normandie (Recherches anthropologiques en), p. 176, ± 541.
Nourry (M.). — La Limnæa stagnalis, p. 169, ± 497.
Nouveau-Monde (Placers du), p. 1.
Nuages (Photographie de), pp. 137, 140, ± 281.
—— (Hauteur des), p. 142, ± 283.
Nungs du Haut-Tonkin, p. 184, ± 583.
Objectif achromatique de microscope, p. 123, ± 208.
Objectifs (Défauts des), p. 122, ± 207.
Objets halstattiens et marniens, p. 179, ± 555.
Obligation d'une loi vaccinale, p. 295, ± 876.
Observatoire météorologique du Petit-Port, p. 141.
Œsophage (Spasme de l'), p. 200, ± 644.
Oise (Géologie de l'), p. 145, ± 303.
Oiseaux de mer (Ténias des), p. 167, ± 467.
Olive (Dr). — Discussion sur la responsabilité des patrons, p. 301.
Olives (Rancissement des huiles d'), p. 219.
—— (Réserves dans les), p. 163.
Or (Placers), p. 1.
—— (Bijoux d'), p. 175, ± 528.
—— (Région du Kami), p. 227.
Orages anciens, p. 138, ± 277.
Oran (Préhistorique de la province d'), p. 184, ± 574.
Oreille, pp. 198, 213.
Organes génitaux (Anomalie des), p. 186.
—— (Résistance des) aux poisons, p. 297, ± 916.
Organisation du Congrès de Boulogne, p. 75.
Organisation (Commission d') du Congrès, p. 75.
—— des Ténias des oiseaux de mer, p. 167, ± 467.
—— des institutions sanitaires à St-Pétersbourg, p. 300, ± 923.
Origine marine de mollusques du Lac Tanganyika, p. 173, ± 508.
—— *des Berbères*, p. 175, ± 533.
Orotectonique graphique, p. 150.
Orteils (Extenseur commun des), p. 196, ± 631.
Os (Conduit auditif osseux), p. 213.
—— (Poudre d'os), p. 221.
—— (Accroissement des), p. 209, ± 678.
Oscillations du baromètre, p. 138.
Oscillographes, p. 120, ± 191.
Osny (Nécropole mérovingienne d'), p. 188.
Ossements des hommes préhistoriques, p. 19.
Ostréiculture dans la Charente-Inférieure, p. 218.
Ouest (Plantes critiques de l'), p. 158.
—— de la France (Empoisonnement par un champignon de l'), p. 159.
—— —— (Psalliotes rares de), p. 162.
Oumoff. — Visibilité des détails au microscope, p. 122, ± 203.
Ouvrage imprimé présenté aux 1re et 2e sections, p. 110.
—— à la 6e, p. 125.
—— à la 8e, p. 150.
—— à la 11e, p. 189.
—— à la 13e, p. 222.
—— à la 17e, p. 302.
Ouvrier (Enroulement d'un) sur une poulie, p. 106.
Ouvriers des filatures de crins, p. 298. ± 888.
Ovule (Histoire de l'), p. 159 ± 409.
Oxypterum pallidum Leach, p. 212.
Ozone (Application à la fabrication du sucre), p. 126.
—— (Influence sur l'apparition des phénomènes morbides), p. 282.
—— (Applications hygiéniques), p. 282.
Paimbœuf (Excursion à), p. 306.
Pain (Le), pp. 239, 285
Pair-non-Pair (Gravures paléolithiques), p. 180.
Palafites ou lac de Clairvaux, p. 178.
Papaya gracilis, p. 159, ± 413.
Parasite du Martinet, p. 212.
Parasitisme (Non) du Teichomysa fusca, p. 212, ± 691.
Paris (Egouts de), p. 145, ± 303.
—— (Géologie de), p. 145, ± 312.
Passages élevés des Pyrénées-Orientales, p. 225.
Patagonie (Notice géographique sur la), p. 223, ± 761.
Pathogénie du diabète, p. 194.
Patrons (Responsabilité des), p. 300.
Peau, p. 211.
Pédagogie, p. 241, ± 829.
Pellerin. — Loi des erreurs fortuites, p. 110, ± 156.
—— Réflexions sur la phyllotaxie, p. 162, ± 443.

Pellin (Ph.). — Observation microscopique des corps opaques, p. 117.
—— Spectroscope à lunettes fixes, p. 117.
Pen-Bron (Sanatorium de), p 302.
Pendrié (H.). — Les chemins de fer et la marine marchande, p. 235, ‡ 808.
Percement du grand collecteur, p. 106.
Période glaciaire en Algérie, p. 144.
Périodique nouveau (Un), p. 169.
Permenganate de Potasse (Décoloration des vins par le), p. 282.
Péron. — Crétacé supérieure de l'Algérie, p. 144.
Perrot (E.). — Tige des Gentianacées, p. 154, ‡ 353.
Petit (P.). — Diatomées rares, p. 156, ‡ 375.
Petit-Port (Nantes) (Observatoire météorologique du), p. 141.
Petiton. — Enroulement d'un ouvrier sur une poulie, p. 106.
—— Percement du grand collecteur, p. 106.
—— Explosion d'une meule d'émeri, p. 106.
Peuples de l'antiquité, p. 175, ‡ 526.
Phacops Potieri, p. 148, ‡ 340.
Phaséolus (Tricotylie chez le), p. 156, ‡ 382.
—— (Anthracnose de), p. 157, ‡ 389.
Phénomène cathodique, p. 119.
Phosphates noirs d'Accous, p. 143, ‡ 297.
—— français, p. 215, ‡ 736.
Photographie, pp. 115, 137, 140, 198, 226, ‡ 281.
—— en couleurs, p. 198.
Photométrie, p. 124, ‡ 223.
Phyllotaxie, p. 162, ‡ 443.
Physiologie, p. 167, ‡ 467.
Physique, p. 112, ‡ 172.
—— *du globe*, p. 137, ‡ 277.
Picquenard (L.-I.). — Herborisations lichénologiques, p. 160, ‡ 433.
Pièces florales (Leur nervation), p. 160, ‡ 428.
Pierre (La) de Guérande, p. 183.
Pingrié. — Inspection des viandes, p. 300.
Pistat. — Ateliers néalithiques, p. 183.
Placenta, p. 208, ‡ 662.
Placers aurifères, p. 1.
Plaie pénétrante de poitrine, p. 197, ‡ 636.
Plan de Nantes.
Plans normaux à une surface, p. 110, ‡ 170.
—— de monuments mégalithiques, p. 189.
Plantes critiques de l'Ouest, p. 158.
Plaque photographique, p. 115.
Platino cyanure de baryum (Ecrans au), p. 115.
Pluie rose du Croisic, p. 142, ‡ 291.
Pneumogastrique (Action sur le), p. 205.
Pneumothorax, p. 197, ‡ 636.
Pointe de lance en bronze, p. 175, ‡ 526.
Poisons de l'atmosphère, p. 299, ‡ 916.
Poisson. — Dioscorea de l'Amérique du Sud, p. 152.
Poisson. — Discussion sur les Liquidambars, p. 155.
—— Structure de graines monocotylédonées, p. 159, ‡ 409.
—— Un jardin colonial en France, p. 166.
Poissons des Pyrénées, p. 167.
Poitou. — Cultures, dérobées de légumineuses, p. 241.
Poitrine (Plaie pénétrante de), p. 197, ‡ 636.
Polders du Mont-Saint-Michel, p. 215.
Pollen de Cordaites, p. 161, ‡ 436.
Polo (Dr). — Médecine et spécialisation médical, p. 211.
Polynévrite, p. 284.
Population de Tunis, p. 230, ‡ 798.
Populations visitées par la mission Marc-Bel, p. 226.
Ports (Nos grands), p. 20.
—— de mer, p. 236.
—— francs, p. 236, ‡ 819.
Position d'un corps dans le crâne, p. 210, ‡ 683.
Postulatum d'Euclide, p. 107, ‡ 104.
Potasse (Permanganate de), p. 282.
Potentiel (Détonateur permettant d'apprécier en marche la puissance de), p. 122.
Poterie moderne, p. 36.
Poudre d'os, p. 221.
Poulie (Enroulement d'un ouvrier sur une), p. 106.
Préaubert. — Plantes critiques de l'Ouest, p. 158.
Préhistorique de la province d'Oran, p. 184, ‡ 574.
Présentation de radiographies, p. 209, ‡ 678.
—— de photographies de la mission Marc-Bel, p. 226.
—— des Cartes de l'itinéraire de Vinh à Luang-Prabang, p. 226.
Présidents des sections, p. 72.
Primes à la marine marchande à voiles, p. 229.
Principe II de Thermodynamique, p. 114.
Procédé Rosensthiel de vinification, p. 218.
Procès-verbaux des séances de section, p. 103.
Production maxima des rayons X, p. 122.
Programme général du Congrès, p. 84.
Propagation de la Tuberculose, p. 244.
Prophylaxie de la contagion de la tuberculose, p. 245.
Proposition d'algèbre, p. 104, ‡ 73.
Propriétés angulaires des cercles focaux, p. 108, ‡ 132.
Prothèse chirurgicale des anciens, p. 188.
Provence (Carex de), p. 157, ‡ 391.
Psalliotes rares, p. 162.
Pteris aquilina, p. 161, ‡ 441.
Ptoses (Résultats du corset abdominal sur les), p. 208.
Publication (Commission de), p. 76.
Puits fossilifères des Grottes, p. 179, ‡ 549.

Puits Lefort, p. 297, * 891.
Purpura infectieux, p. 198.
Pyopneumothorax, (Mort par), p. 197. * 636.
Pyrénées (Isoëtes des), p. 154.
—— (Faune ichtyologique), p. 167.
—— *centrales* (Passages élevés des), p. 225.
Question proposée à la discussion de la 12e section, p. 190.
—— —— —— de la 15e section, p. 230.
—— —— —— de la 16e section, p. 243.
—— —— —— de la 17e section, p. 245.
Quiberon (Excursion à), p. 311.
Quilly (Figurine trouvée à), p. 182.
Races anciennes de l'Inde anglaise, p. 179.
Racines des équations algébriques, p. 109.
—— de Papaya gracilis, p. 159, * 413.
Radiographie, pp. 115, 118, 119, 120, 121, 122, 209, 210, * 678, * 683.
Raffalovich (A.). — M. Gladstone comme Chancelier de l'Echiquier, p. 240.
Raffegeau. — Influence de la lumière colorée dans les maladies nerveuses, p. 207 * 843.
—— Discussion sur la tuberculose, p. 281.
—— Traitement des maladies nerveuses, p. 283, * 843.
—— Épidémie de polynévrite, p. 284.
Ramond (G.). — Géologie de la vallée de l'Oise, p. 145, * 303.
—— Études géologiques dans Paris, p. 145, * 312.
Rancissement des huiles d'olives, p. 219.
Rappin (G.). — Bactérie chromogène de l'eau de pluie rose, p. 142, * 291.
—— Pathogénie du diabète, p. 194.
—— Bactériologie de l'influenza, p. 204.
—— Microbes de la cavité buccale du chien, p. 213, * 696.
Rapport sur la question proposée à la 12e section, p. 190.
—— —— —— à la 17e section, p. 245.
Rariorum plantarum historia (1601), p. 160, * 424.
Rayons de courbure, p. 104, * 34.
—— X, pp. 115, 118, 119, 120, 121, 122, 209 * 678.
—— *Roentgen*, pp. 115, 118, 119, 120, 121, 122, 209 * 678.
Reboul (Dr J.). — Anomalie des organes génitaux, p. 186.
—— Mixome kystique colloïde, p. 196, * 631.
—— Plaie pénétrante de poitrine, p. 197, * 636.
—— Gangrène de l'avant-bras, p. 200, * 648.
—— Gangrène consécutive à des fractures des membres, p. 201, * 650.
Recherches anthropologiques en Normandie, p. 176, * 541.
Récoltes bryologiques dans le Morbihan, p. 164.
Reddon (Dr). — La marine marchande à voiles, p. 229.
Réformatory Schools, p. 243.
Régénération des écrans, p. 115, * 177.
Régime alimentaire. (Son influence sur le diabète), p. 193.
Région aurifère de Kami, p. 227.
Régions supérieures (Etude des), p. 114. * 281.
Réglement, p. VII.
Réglementation de la pêche du saumon, p. 171.
Regnault (F.). — Puits fossilifères des Grottes, p. 179, * 549.
Reims (Carte préhistorique des environs), p. 180, * 559.
Rémond (A.). — Endoexploration Rœntgenienne, p. 122.
Renaud (G.). — Nos grands ports, p. 20.
Renault (B.). — Formation des combustibles fossiles, p. 151, * 345.
—— Propagation des Bactériacées dans les combustibles fossiles, p. 153.
Renverseur Siemens-Halske, p. 121.
Représentation proportionnelle, p. 230, * 802.
Reproduction de l'Anguille, p. 168.
—— *de l'Hirondelle de mer*, p. 170.
—— *du Saumon*, p. 171.
Réserves dans les olives et les ricins, p. 163.
Résistances organiques aux poisons de l'atmosphère, p. 299, * 916.
Respiration des végétaux, p. 131, * 243.
Responsabilité des patrons, p. 300.
Réunion de la 15e section aux 3e, 4e, et 14e sections, p. 230.
Révision des amphipodes de la côte Océanique de France, p. 168, * 474.
Reynier. - Tumulus de Montigny, p. 188.
Richard (J.). — Baromètre enregistreur de précision, pp. 116, 138.
Ricins (Réserves dans les), p. 163.
Rivière (E.-I.). — Tufs de la Gaubert, p. 147, * 332.
—— Dolmen des Clotes, p. 185.
—— Menhir de Mandres, p. 185, * 597.
—— Abbaye de Jarcy, p. 186, * 932.
—— Gravures de la Mouthe, p. 186.
—— Prothèse chirurgicale des anciens, p. 188.
Rocheservière (Météorite de), p. 146, * 330.
Roger. - Discussion sur un cas de foudre, p. 137.
Rôle des eaux en Géographie, p. 225. * 773.
Rosensthiel (Procédé de vinification), p. 218.
Rotation (Vitesse de) de la Terre, p. 107.
Roze (E.). — Histoire des plantes rares de Ch. de l'Escluze, p. 160, * 424.
Russie (Services médicaux en), p. 214. * 700.
—— (Colonies scolaires), p. 242.
—— (Institutions sanitaires), p. 300, * 923.
Sabalites (Grès à), p. 148, * 337.
Sabot. — Microbes de la cavité buccale du chien, p. 213, * 696.
Sagnier (H.). — Polders du Mont-Saint-Michel, p. 215.
—— Discussion sur les phosphates p. 216.

Sagnier (H.). — Service des améliorations agricoles, p. 219.
Sahara central (Navigation aérienne dans le), p. 226, * 778.
Sainte-Anne d'Auray, p. 310.
Saint-Gemmes-sur-Loire (Asile de), p. 284.
Saint-Nazaire (Excursion à), p. 307.
Saint-Pétersbourg (Services médicaux de), p. 214, * 700.
—— Institutions sanitaires de), p. 300, * 923.
Saisons (Caractères des), p. 139.
Salmin (C.). — Stabilité de la bicyclette), p. 105, * 80.
—— Moyen de modifier la vitesse de rotation de la Terre, p. 107.
Sanatorium de Pen-Bron, p. 302.
Sang, p. 199.
—— des tétaniques, p. 202.
Saporta (de). — Calcimétrie, p. 217.
—— Thermomètre spécial pour les liquides en fermentation, p. 220.
Saquet (Dr). — Trépidation mécanique locale, p. 210, * 688.
Sarrasin (Végétation du), p. 221, * 743.
Sarzeau (Excursion à), p. 308.
Saumon (Reproduction du), p. 171.
Schwartze, p. 213.
Schwob. — La Loire navigable, p. 240.
Sciences mathématiques, p. 103, * 1.
—— *physiques et chimiques*, p. 112, * 172.
—— *naturelles*, p. 143, * 297.
—— *médicales*, p. 190, * 631.
—— *économiques*, p. 215, * 736.
Scrutin d'arrondissement, p. 230, * 802.
Séance générale d'ouverture, p. 85.
Séance de sections, p. 103.
Secrétaires de sections, p. 72.
Secrétan (G.). — Examen des tubes métalliques, p. 116.
Sécrétions internes (leur action), p. 199.
Sections 1re et 2e, p. 103, * 1.
—— 3e et 4e, p. 111,
Sections 5e p. 112, * 172.
—— 6e p. 126, * 231.
—— 7e p. 137, * 277.
—— 8e p. 143, * 297.
—— 9e p. 151, * 345.
—— 10e p. 167, * 467.
—— 11e p. 175, * 526.
—— 12e p. 190, * 631.
—— 13e p. 215, * 736.
—— 14e p. 223, * 761.
—— 15e p. 229, * 798.
—— 16e p. 241, * 829.
—— 17e p. 244, * 840.
Section (sous-) d'archéologie, p. 186, 302, * 932.
Seine (Assainissement de la), p. 145, * 303.
—— *Inférieure* (Mégalithes christianisées), p. 183, * 565.
—— *et-Marne*, (Découverte d'un tumulus), p. 188.
—— *et-Oise* (Nécropole mérovingienne), p. 188.
—— (Menhir de Mandres), p. 185, * 597.
Seine-et-Oise (Abbaye de Jarcy-en-Brie), p. 186, * 932.
Sels fondus, p. 129, * 231.
—— *minéraux* (Influence sur la végétation), p. 221, * 743.
Séquanes (Pays des), p. 175, * 526.
Série acyclique, p. 132, * 265.
Sermiers (Dolmen de), p. 182.
Sérum antitétanique, p. 202.
Service des améliorations agricoles, p. 219.
Services médicaux et sanitaires de Saint-Pétersbourg, p. 214, * 700.
Session de Nantes, p. 67.
—— de Boulogne, p. 75.
—— (Bourses de), p. 82.
—— (Journaux représentés), p. 83.
Séville (Monuments arabes de), p. 19.
Sibérie (Placers de), p. 1.
Siemens-Halske (Renverseur), p. 121.
Sieur (P.). — Photographie de nuages, p. 137.
—— Cas de Foudre en plaine, p. 137.
—— Aurore boréale dans les Deux-Sèvres, p. 138.
—— Hiver de 1709 dans les Deux Sèvres, p. 140.
Silex taillés de *Ville-Dommange*, p. 182.
Société anonyme des aciéries de Trignac, p. 313.
Soldi (E.). — La pierre de Guérande, p. 183.
Soubeiran. — Ecoles pratiques d'industrie et de commerce, p. 242.
Souche européenne (Berbères de), p. 175, * 533.
Soudan français (Navigation aérienne dans le), p. 226, * 778.
Soule (Vicomté de), p. 224, * 764.
Sources démographiques, p. 185, * 593.
Sourdille (G.). — Injections sous-conjonctivales en thérapeutique oculaire, p. 214, * 728.
Spalikowski (Dr E.). — Recherches anthropologiques, p. 176, * 541.
Spasme de l'œsophage, p. 200, * 644.
Spécialisation médicale, p. 211.
Spectroscopes à lunettes fixes, p. 117.
Spectroscopie, pp. 117, 129, * 231.
Spores de Champignons, p. 159, * 405.
Stabilité de la bicyclette, p. 105, * 80.
Station campinienne, p. 182.
Stations préhistoriques de la Loire-Inférieure, p. 189.
Statistique, p. 229, * 798.
—— de la population de Tunis, p. 230, * 798.
Statuts, p. III.
Sterna Dougalli, p. 170.
Stoklasa (J.). — Recherches sur le bacille mégathérium, p. 136.
—— Inoculation de la terre arable, p. 218.
Streptobacilles, p. 203.
Stroehlin. — Monuments arabes de l'Espagne, p. 19.
Structure anatomique de la tige des gentianacées, p. 154, * 353.
—— du pollen, p. 161, * 436.
—— *de l'appareil végétatif* des Myriacées, p. 164, * 457.

Subventions (Commission des), p. 76.
Sucinio (Excursion à), p. 308.
Sucre (Fabrication du), p. 126.
Suggestion hypnotique, pp. 4, 212, 242.
Surdité (Traitement de la), p. 213.
Sureté (Courbes de), p. 104, * 50.
Surface (Plans normaux à une), p. 110, * 170.
Synthèse des carbures chlorés, p. 132, * 265.
Système osseux (Accroissement du), p. 209, * 678.
Table (Dictionnaire de la), p. 362.
—— analytique, * 945.
—— des matières, p. 319, * 962.
Tachard (Dr). — Discussion sur la tuberculose, p. 281.
Tanganyika (Lac), p. 173, * 508.
Fardy. — Erratique du Croisic, p. 144.
Tarry (G.). — Carrés diaboliques, p. 109.
Tarry (H.). — Cartes synoptiques du temps, p. 140.
—— Cyclones des 8 et 10 août, p. 141.
Teichomysa fusca Macquart, p. 212, * 691.
Télégraphie sans fils, pp. 120, 122, 123, * 191, * 206, * 212, * 216.
Température (Décroissance de) dans la verticale, p. 138, * 279.
Temps (Cartes synoptiques du), p. 140.
Ténias des oiseaux de mer, p. 167, * 467.
Tension sanguine, p. 199.
Terre (Vitesse de rotation de la), p. 107.
—— *arable*, pp. 136, 218.
Tétaniques (Sang des), p. 202.
Théorie des antennes, p. 123, * 212.
Thérapeutique oculaire, p. 214, * 728.
Thermodynamique (Principe II de), p. 114.
—— *du muscle*, p. 117, * 178.
Thermomètre spécial, p. 220.
Thrombose, p. 208, * 662.
Tibiran (Grotte de), p. 179, * 549.
Tige des Gentianacées, p. 154, * 353.
Tison (Dr). — Du Pain, pp. 239, 285.
—— Discussion sur la tuberculose, p. 280.
—— —— sur les maladies nerveuses, p. 283.
—— —— sur l'inspection des viandes, p. 294.
Titanethes Gachassini, n. sp. p. 172.
Tonkin (Haut-) (Nungs du), p. 184, * 583.
Torques décorés, p. 175, * 530.
Toucher (Délire du), p. 212.
Toussaint (P.). — Nécropole mérovingienne, p. 188.
Toxicité à l'égard des plantes, p. 155, * 373.
Traité d'anatomie de Delambre, p. 107.
Traitement des bourdonnements d'oreille, p. 198.
—— de la Laryngite, p. 202, * 653.
—— des paralysies périphériques, p. 203. * 660.
—— de la fièvre typhoïde, p. 207.
—— des maladies nerveuses, pp. 207, 210, 212, 283, * 688, * 843.
—— de la mastoïde aiguë, p. 213.
—— de la surdité, pp. 198, 213.
Traitement des choroïdites, p. 214, * 728.
—— des accidents consécutifs à l'avortement, p. 214, * 732.
—— par la suggestion hypnotique, pp. 4, 212, 242.
Transformation des rayons X, p. 119.
Travail des hélices, p. 110, * 168.
Travaux des ports de mer, p. 236.
Trépidation mécanique locale, p. 210, * 688.
Triangle (Cercles remarquables du), p. 109, * 147.
Tricophyton producteur d'herpès, p. 163, * 449.
Tricotylie chez le Phaséolus, p. 156, * 382.
Trignac (Excursion et visite à), pp. 307, 313.
Trilbardou (Tumulus à), p. 188.
Tropique (Placers sous les), p. 1.
Troubles oculaires dans le diabète, p. 196.
Truffes de la Loire-Inférieure, p. 152.
Tuberculose (Propagation de la), p. 244.
—— (Contagion de la), p. 245.
—— du Larynx, p. 202, * 653.
—— (streptobacillaire), p. 203.
—— (Hypothèse de Koch), p. 206.
Tubes métalliques, p. 116.
Tufs de la Gaubert, p. 147, * 332.
Tumulus du Jura, p. 181.
—— *de Montigny*, p. 188.
Tunis (École d'agriculture), p. 217.
—— (Population de), p. 230, * 798.
Tunisie (Diabète), p. 192.
—— (Vaccination obligatoire), p. 286.
Typhoïde, pp. 207, 297, * 900.
Unité Hefner, p. 124, * 223.
Urine, p. 193
Utilisation agricole des eaux d'égouts, p. 145, * 303.
Vaccination obligatoire en Tunisie, p. 286.
Valeur alimentaire de l'eau stérilisée par ébullition, p. 245, * 840.
Vallée de l'Oise (Géologie), p. 145, * 303.
Vannes (Excursion à), p. 307.
Vapeurs à base d'eucalyptus, p. 206.
Variole en Tunisie, p. 286.
Vauthier (L.-L.). — Discussion sur les dépenses occasionnées par l'assainissement des villes, p. 234.
—— Est-ce à l'Etat qu'incombent les frais des ports de mer ? p. 236.
—— Gymnastique intellectuelle, p. 241, * 829.
Végétation fongique de Noirmoutier, p. 165.
—— du Sarrazin et du Chanvre, p. 221, * 743.
Vendée (Météorite), p. 146, * 330.
—— (Truffes), p. 152.
—— (Muscinées), p. 157.
Vent (Vitesse du) p. 138, * 279.
Verchère (Dr). — Mastopexie latérale, p. 199, * 639.
—— Esthiomène de la vulve, p. 201.
Verneuil (Institut), p. 305.
Verticale (Décroissance de température dans la), p. 138, * 279.

Vialla (Feu). — Traité d'astronomie de Delambre, p. 107.
Viandes (Inspection des), p. 292, ± 850.
—— p. 300.
Viaud-Grand-Marais (Dr). — Discussion sur les herborisations lichénologiques, p. 161.
—— Florule lichénologique du Ptéris aquilina, p. 161, ± 441.
—— Echantillons de Matthiola, p. 162.
—— Parasite du Martinet, p. 212.
—— Etude du Teichomysa fusca, p. 212, ± 691.
Vibration, p. 218, ± 688.
Vicomté de Soule, p. 224, ± 764.
Vignes hybrides, p. 160, ± 417.
Villard (P.). — Régénération des écrans, p. 115, ± 177.
—— Expérience de la croix de Crookes, p. 120 ± 181.
Ville-Dommange (Station campinienne de), p. 182.
Villot (A.). — Organisation des Ténias des Oiseaux de mer, p. 167, ± 467.
Vinh (Itinéraire de), à Luang-Prabang, p. 226.
Vinification, pp. 218, 220.
Vins (Décoloration des), p. 282.
Visibilité des détails au microscope, p. 122, ± 208.
Vision, p. 196.
Visite du Muséum de Nantes, pp. 145, 156, 169.
Visite à l'*Hôtel-Dieu de Nantes*, p. 214.
—— à l'École de Médecine, p. 214.
Visites industrielles, p. 302.
Vitesse de rotation de la Terre, p. 107.
—— du vent suivant le gradient barométrique, p. 138, ± 279.
Vœu émis par la 9e section, p. 166.
—— par la 14e section, p. 228.
—— par les 3e, 4e, 14e et 15e sections réunies, p. 228.
—— par la 16e section, p. 242.
Vœux émis par la 17e section, p. 302.
Voies respiratoires (Plaie pénétrante de poitrine), p. 197, ± 636.
—— *navigables et Chemins de Fer*, (Concurrence des), p. 240.
Voilage de la plaque photographique, p. 115.
Voyage à la Côte d'Ivoire, p. 227.
Voyages aériens au long cours, p. 226, ± 778.
Vue (Troubles de la), p. 196.
Vulve (Esthiomène de la), p. 201.
Xambeu. — Discussion sur la calcimétrie, p. 217.
—— Ostréiculture dans la Charente-Inférieure, p. 218.
Yeux (Troubles oculaires dans le diabète, p. 196.
—— (Injections sous-conjonctivales), p. 214, ± 728.
Zoologie, p. 167, ± 467.

TABLE DES MATIÈRES

SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES

PAGES

[S 2 a] FONTANEAU (É.). — Sur l'hydrodynamique..... 1
[O 2 c] COLLIGNON (É.). — Application de la dynamique à la recherche des rayons de courbure dans les courbes du second ordre..... 34
[R 7 b y] — — Sur les courbes de sûreté..... 50
[B_1] LAISANT C. A.). — Application géométrique d'une proposition d'algèbre. 73
[D_1 b] — — Dérivées factorielles 76
[R 8 e δ] SALMIN. — Sur la stabilité de la bicyclette..... 80
[Q_1 a] Gᵉˡ FROLOV. — Note sur le postulatum d'Euclide..... 104
[Q 1 d] BARBARIN (P.). — Géométrie générale des espaces..... 111
[L 7' 2] — — Propriétés angulaires des cercles focaux dans les coniques..... 132
BERDELLÉ (C.). — Curiosités du calcul..... 130
[I Q 6] LOIR (A.), (père).— Méthode pour obtenir tous les facteurs premiers inférieurs à 100 d'un nombre quelconque..... 144
[K 2 d] DURAN-LORIGA (J. J.). — Sur des cercles remarquables du triangle.. 147
[J 2 b] PELLERIN. — De la loi des erreurs fortuites..... 156
MAILLET (Ed.). — Des groupes primitifs de classe n-2 et de degré n. 157
[699] DUROY DE BRUIGNAC. — Calcul du travail des hélices et des carènes ... 168
BROCA (A.). — Sur les plans normaux à une surface le long d'un élément de section plane et passant par un point fixe d'une normale fixe à un point de cet élément..... 170
[532.42] MATHIAS. — Remarque sur un mémoire de M. le professeur Battelli. 172
[533.21] VILLARD (P.). — Sur la régénération des écrans au platino-cyanure de baryum par la lumière..... 177
[612.745.5] BROCA (A.). — Aperçu sur la thermodynamique du muscle..... 178
[533.21] VILLARD (P.). — Sur l'expérience de la croix de Crookes..... 181
[536.21] BORDIER (Dʳ H) et KOLB. (P.). — De la conductibilité calorifique des étoffes employées pour les uniformes de l'armée..... 183

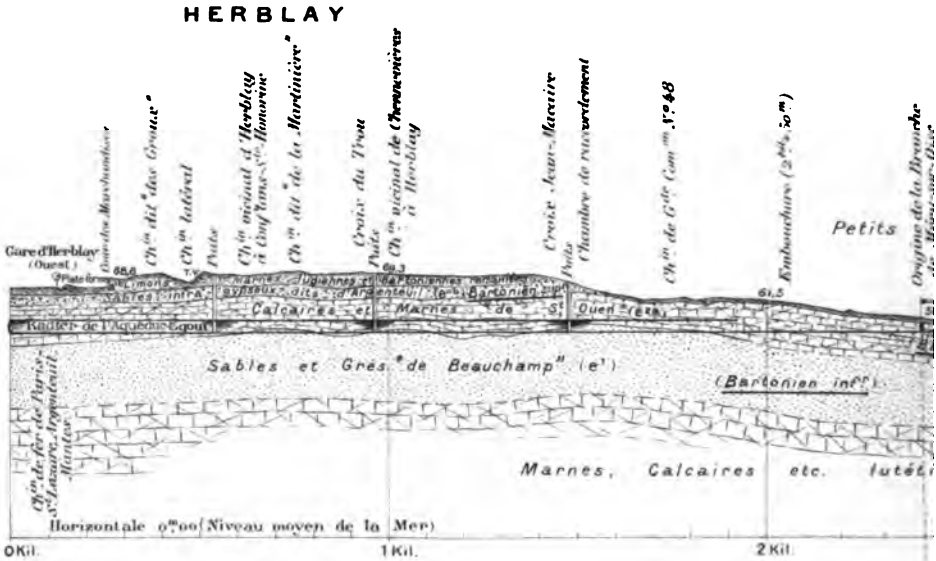
[537.86] Blondel (A.). — Sur les Oscillographes..... 191
[538.25] Féry. — Etude sur les électro-aimants..... 201
Oumoff. — Expérience de cours pour montrer les défauts des objectifs et des textures très fines..... 203
[538.562] Broca (A.). — Sur le rôle de l'antenne dans la télégraphie sans fil. 206
[535.82] Broca (Ph. de). — Description d'un objectif achromatique de microscope dit à frontale conjuguée et à lentille postérieure biachromatique..... 208
[538.562] Blondel (A.). — Sur la théorie des antennes dans la télégraphie sans fil..... 212
[358.562] — — Quelques remarques et expériences sur les cohéreurs..... 216
[535.241] — — Sur une nouvelle lampe étalon reproduisant l'unité Hefner..... 223
[544.6] Gramont (Cte A. de). — Sur l'analyse spectrale des corps non conducteurs dans l'étincelle électrique..... 231
[547.8] Henry (L.). — Sur les nitriles non saturées $C_nH_{2n-1}-CN$..... 233
[547.7] Blanc (G.). — Sur la constitution de l'acide camphorique..... 238
[581.12] Gerber (Dr C.). — De l'importance de l'étude de la respiration pour la connaissance des transformations que les composés ternaires subissent dans les végétaux..... 243
[547.2] Mouneyrat. — Sur une nouvelle méthode générale de synthèse des carbures d'hydrogène chlorés, bromés et chlorobromés de la série acyclique.. 265
[547.2] Friedel (C.) et Gorgeu (A.). — Sur la décomposition par le chlorure d'aluminium d'un carbure saturé linéaire..... 271
[547.8] Halphen (G.). — Sur la coagulation de l'albumine..... 275
[573.4] Michaud. — Notes météorologiques..... 277
[551.52] Cœurdevache. — Décroissance de température dans la verticale et vitesse du vent suivant le gradient barométrique..... 279
[551.57] Le Bihan. — Observations météorologiques avec les cerfs-volants Hargrave..... 281
[551.57] Marchand (E.). — Appareils pour la mesure des hauteurs des nuages 283
[551.57 — 616.01] Rappin (Dr). — Sur une bactérie chromogène isolée dans l'eau de la pluie rose observée au Croisic en 1896..... 291
[553.54] Levat (E. D.). — Notice géologique sur les phosphates noirs d'Accous (Basses-Pyrénées)..... 297
[554. (4434)] Ramond (G.). — Observations géologiques sur les travaux entrepris par la direction technique de l'assainissement de la Seine et de l'utilisation agricole des eaux d'égouts de Paris..... 303
[554. (4434)] — — Etudes géologiques dans Paris et sa banlieue : le chemin de fer « de Courcelles au Champ de Mars » ; la ligne d'Issy à Viroflay R. G. » ; le « Métropolitain » ; les travaux de l'Exposition Universelle de 1900..... 312
[5643 (44)] Cossmann. — Observations sur quelques espèces crétaciques recueillies en France..... 322
[552.6 (446)] Bureau (L.). — Météorite du Château de Grammont, commune de Roche-Servière (Vendée)..... 330
[561. (4472)] Rivière (É.). — Les tufs de la Gaubert (Dordogne)..... 332
[552.51] Grossouvre (A. de). — Note sur les Grès à Sabalites..... 337
[554. (4415)] Kerforne (F.). — Le niveau à Phacops Potieri, dans l'Ille-et-Vilaine..... 340
[589.95 — 553.2.] Renault (B.). — Du rôle probable des bactériacées dans la formation des combustibles fossiles..... 345
[581.8 — 5837] Perrot (E.). — Sur la structure anatomique de la tige des gentianacées..... 353

[583.36. — 591.4] GERBER (Dr C.). — De l'inflorescence des liquidambars et de la place que les liquidambaracées paraissent devoir occuper dans la classification 358
[581.2] COUPIN (H.). — Sur la toxicité des chlorures, bromures et iodures alcalins à l'égard des plantes 373
[554.57] PETIT (P.). — Diatomées rares ou peu connues des côtes françaises de la Manche et de l'Océan Atlantique 375
[581.2] GAIN (E.). — Sur deux cas spéciaux de tricotylie chez le Phaséolus... 382
[632] — — L'anthracnose des Phaséolus : valeur agronomique des semences de Phaséolus attaquées par « Colletotrichum lindemuthianum » Br. et C 389
KIEFFER. — Note sur quelques Carex de Provence 391
[5614.75 (4483)] LAURENT (L.). — Note à propos des Ficus du gisement de Cilas 396
[581.2] GUÉRIN (P.). — Sur la présence d'un champignon dans l'ivraie 402
[581.5] LESAGE (P.). — Rapport entre la germination des spores de champignons et l'humidité de l'air 405
[518.3] POISSON. — Matériaux pour servir à l'histoire de l'ovule et de la graine 409
[581.2] BEILLE (Dr L.). — Les altérations produites par l'Heterodera radicicola sur les racines du Papaya gracilis 413
[581.4] GAUCHERY (P.). — Notes anatomiques sur quelques vignes hybrides.. 417
[580.1] ROZE (E.). — Notes et souvenirs extraits de l'histoire des plantes rares de Charlés de l'Escluze (Rariorum plantarum historia 1601) 424
[581.4] JODIN (H.). — De la nervation des pièces florales chez les Borraginées gamosépales et dialysépales 428
[589 — 1 (441)] PICQUENARD (L.). — Note sur mes herborisations lichénologiques dans le Finistère en 1897-98 433
[561.3] BERTRAND (C. Eg.). — Remarques sur la structure des grains de pollen de cordaïtes 436
[589.1] VIAUD GRAND-MARAIS (Dr A.). — Florule lichénologique des tiges sèches du Ptéris aquilina 441
[581.4] PELLERIN. — Réflexion sur la Phyllotaxie 443
[584.9] DUFOUR et DASSONVILLE. — Note sur les variations de coloration de l'Avoine 446
[619.1] MATRUCHOT et DASSONVILLE. — Recherches expérimentales sur l'Herpès du cheval : un nouveau Trichophyton producteur d'herpès 449
[583.59] DOUMERGUE (F.). — Sur une Campanule nouvelle d'Algérie 455
[581.4] — 583.4 CHEVALIER (A.). — La structure générale de l'appareil végétatif des Myricacées 457
[594.69] VILLOT (A.). — Recherches sur le développement et l'organisation des Ténias des oiseaux de mer 467
CHEVREUX (E.). — Révision des Amphipodes de la côte océanique de France 474
DASSONVILLE (C.). — Action de la cocaïne sur les nerfs sensitifs.... 484
[594.3] NOURRY (M.). — Observations embryogéniques de la Limnæa stagnalis. 497
[594.591.15 (60)] NICOLAS (H.). — Origine marine de certaines espèces de mollusques, en cours de transformation, du lac Tanganyika 508
[571.35] DELORT. — La pointe de lance en bronze chez les peuples de l'antiquité, en particulier sur le sol de l'ancienne Gaule et du pays des Séquanes 526
[517.7] MOREL (L.). — De la rareté des bijoux d'or dans les nécropoles de la Marne 528
— — Note sur quelques torques portant comme décorations des figures d'hommes ou d'animaux 530
[572.73] BERTHOLON (Dr.). — Notice sur les origines des Berbères de souche européenne 533

[573.6 (44.2)] SPALIKOWSKI. — Cinq ans de recherches anthropologiques en Normandie 541
[571.81 (447)] REGNAULT (F.) et JAMMES (L.). — Etudes sur les puits fossilifères des grottes 549
[571.7 (4401)] BOSTEAUX-PARIS. — Résultat des fouilles de l'époque gauloise pendant les années 1896 et 1897 555
— — Relevé d'une Carte préhistorique des environs de Reims 559
COUTIL (L.). — Le camp Harrouard et l'allée couverte de Marcilly-sur-Eure 561
— — Les monuments mégalithiques christianisés de l'Eure et de la Seine-Inférieure 565
[571.2 (65)] DOUMERGUE (F.). — Contributions au préhistorique de la province d'Oran 574
[572.71 (599)] GIRARD (Dr H.). — Notes sur les Nungs du Haut-Tonkin 583
[311] DUMONT (A.). — Les sources démographiques 593
[571.94 (4472)] RIVIÈRE (É.). — Le menhir de Mandres (Seine-et-Oise) 597
[571.3 (441)] AVENEAU DE LA GRANCIÈRE. — Quelques observations sur l'âge du bronze en Bretagne-Armorique. — Les monuments et les dépôts de bronze 602
REBOUL (Dr J.). — Mixome Kystique colloïde de l'extenseur commun des orteils 631
[617.141 — 611.24] — — Plaie de poitrine par coup de couteau avec lésions étendues et complexes ; mort par pyopneumothorax 636
[616.54 — 611.69] VERCHÈRE (Dr A.). — Mastopexie latérale contre la mastoptose hypertrophique 639
[616.994] CARTAZ (Dr A.). — Du spasme œsophagien dans le cancer de l'estomac 644
[617.16 — 617.25] REBOUL (Dr J.). — Gangrène de l'avant-bras et de la main consécutive à une luxation de l'épaule 648
[617.15 — 61 h 25] — — De la gangrène dans les fractures des membres 650
[616.22] LEDUC (Dr). — Traitement des laryngites par les aspirations laryngées 658
— — Traitement électrique des paralysies périphériques .. 660
[612.13 — 618.367] DELORE (X.). — Circulation placentaire et thrombose ... 662
[611.71] MORIN (Dr). — Radiographies relatives à la formation et à l'accroissement du système osseux 678
[538.56] — — Appareil propre à déterminer la position d'un corps métallique à l'intérieur du crâne 683
SAQUET (Dr). — De la trépidation mécanique locale ou vibration 688
[616.57] VIAUD-GRAND-MARAIS (Dr). — Contribution à l'étude médicale du Teichomysa Fusca, Macquart 691
[614.41] RAPPIN (Dr) et SABOT. — Étude sur la flore microbienne de la cavité buccale du chien à l'état normal 696
DEKTEREW (Dr). — Les institutions médicales de Saint-Pétersbourg. 700
SOURDILLE (Dr G.). — Des injections sous-conjonctivales de solution iodo-iodurée en thérapeutique oculaire, et en particulier dans le traitement des choroïdites 728
[618.5] JOUIN (Dr F.). — Avortement en deux temps : prophylaxie et traitement des accidents consécutifs 732
[636] LEVAT (E.-D.). — Une nouvelle source de phosphates français. — Les phosphates noirs d'Accous (Basses-Pyrénées) 736
[631] DASSONVILLE (Ch.). — Influence des sels minéraux sur la végétation du Sarrasin et du Chanvre 743
[918.2] LA VAULX (Le Cte H. de). — Note géographique sur la Patagonie ... 761
[944.79] BLADÉ (J.-F.). — La Vicomté de Soule 764

[656] Breittmayer (A.). — Le rôle des eaux en Géographie..... 773
Dibos, Dex (L.) et Hourst. — Exposé détaillé de la possibilité de voyages aériens au long-cours à travers le Sahara central et le Soudan français..... 778
Drapeyron (L.). — Projet de géométrie géodésique de la France et de l'Italie en 1776 par Cassini de Thury..... 795
[310 (61.1)] Loir (Dr A.), (fils). — Statistique de la population de Tunis.... 798
[324] Curie (J.). — Dépouillement du scrutin d'arrondissement ordinaire réalisant la représentation proportionnelle..... 802
[385] Pendrié (H.). — Étude de l'influence du mode d'exploitation des Chemins de fer sur le développement de la marine marchande en France..... 808
Delivet (E.). — Du véritable caractère et de l'utilité des ports francs. 819
Vauthier (L.-L.). — Apprentissage ou gymnastique intellectuelle..... 829
[614.43] Guinard (L.). — Quelques mots pour répondre à certaines critiques que l'on adresse parfois à la stérilisation de l'eau alimentaire par l'ébulition 840
[615.831] Raffegeau (Dr). — De l'influence de la lumière colorée dans le traitement des maladies nerveuses..... 843
Lejeune (G.). — Application de l'acide carbonique à la conservation des boissons hygiéniques..... 847
[614.317] Morot (C.). — De l'inspection des viandes de boucherie et de charcuterie. — Nécessité de sa généralisation en France..... 850
[614.473] Crimail (Dr E.). — De la nécessité d'une loi d'obligation vaccinale 876
[614.75] Bertin (Dr). — Des accidents observés chez les ouvriers employés dans les filatures de crin..... 888
613.31 — — Sur le système Lefort proposé pour la filtration des eaux de Nantes..... 891
[616.511] Hublé (Dr M.). — Décroissance progressive de la fièvre typhoïde dans le XIe Corps d'Armée..... 900
[614.72] Charrin et Nittis (J. de). — Les poisons de l'air et la résistance organique..... 916
Dekterew (Dr). — Les institutions sanitaires de la ville de Saint-Pétersbourg et leur organisation..... 923
Rivière (É). et Mottheau (Ch.). — Un chapitre de l'histoire de l'Abbaye royale de Gercy ou Jarcy-en-Brie (Seine-et-Oise) (1778-1793).... 932

Nantes. — Émile Grimaud, imprimeur breveté, place du Commerce, 1.



LÉGENDE GÉOLOGIQUE

		Terre Végétale ; Terrain superficiel ; Limons
Ludien		*Marnes et Calcaires dépendant de la Formation gypseuse* (e^3)
Bartonien	Sup.r	*Sables et Grès infra-gypseux, dits "d'Argenteuil"* (e^{2b})
	Moyen	*Calcaires et Marnes "de St Ouen"* (e^{2a})
	Inf.r	*Sables et Grès "de Beauchamp"* (e^1)
Lutétien	Sup.r	*Marnes, Calcaires,* ($e_{,}$)
	Moyen	
	Inf.r	——— *d°* ——— ($e_{,,}$)

Recouvrement du Branchement de Méry avec l'Industrie privée

Radier de l'Aqueduc-Égout

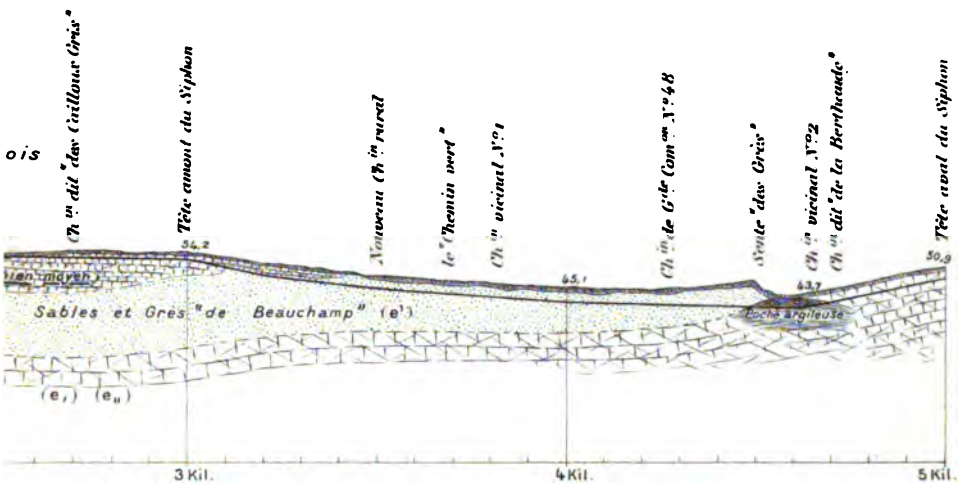
G. RAMOND Del 1898

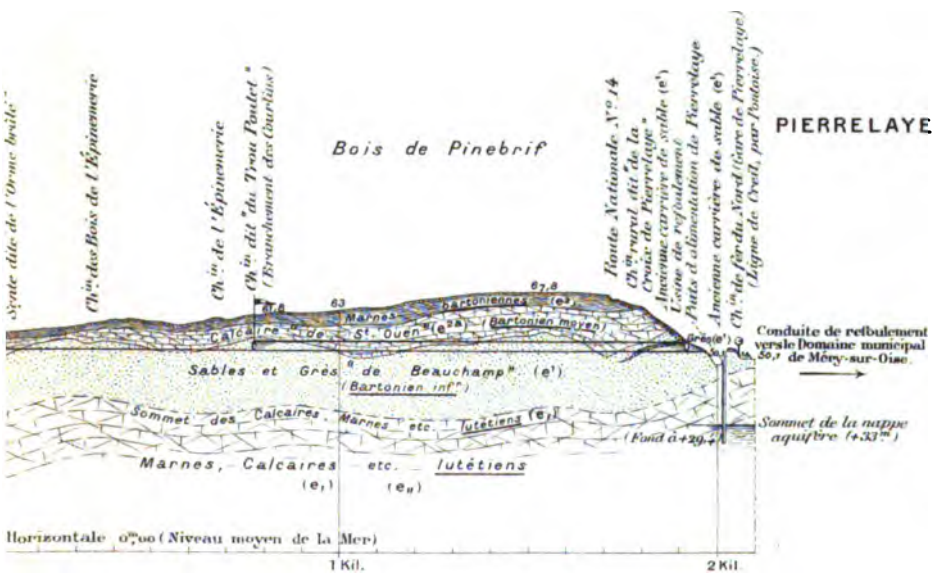
G. RAMOND — PROFIL GÉOLOGIQUE DE L'AQU

(Section d' HERBLAY, Chennevi

Par

SIPHON DE CHENNEVIÈRES



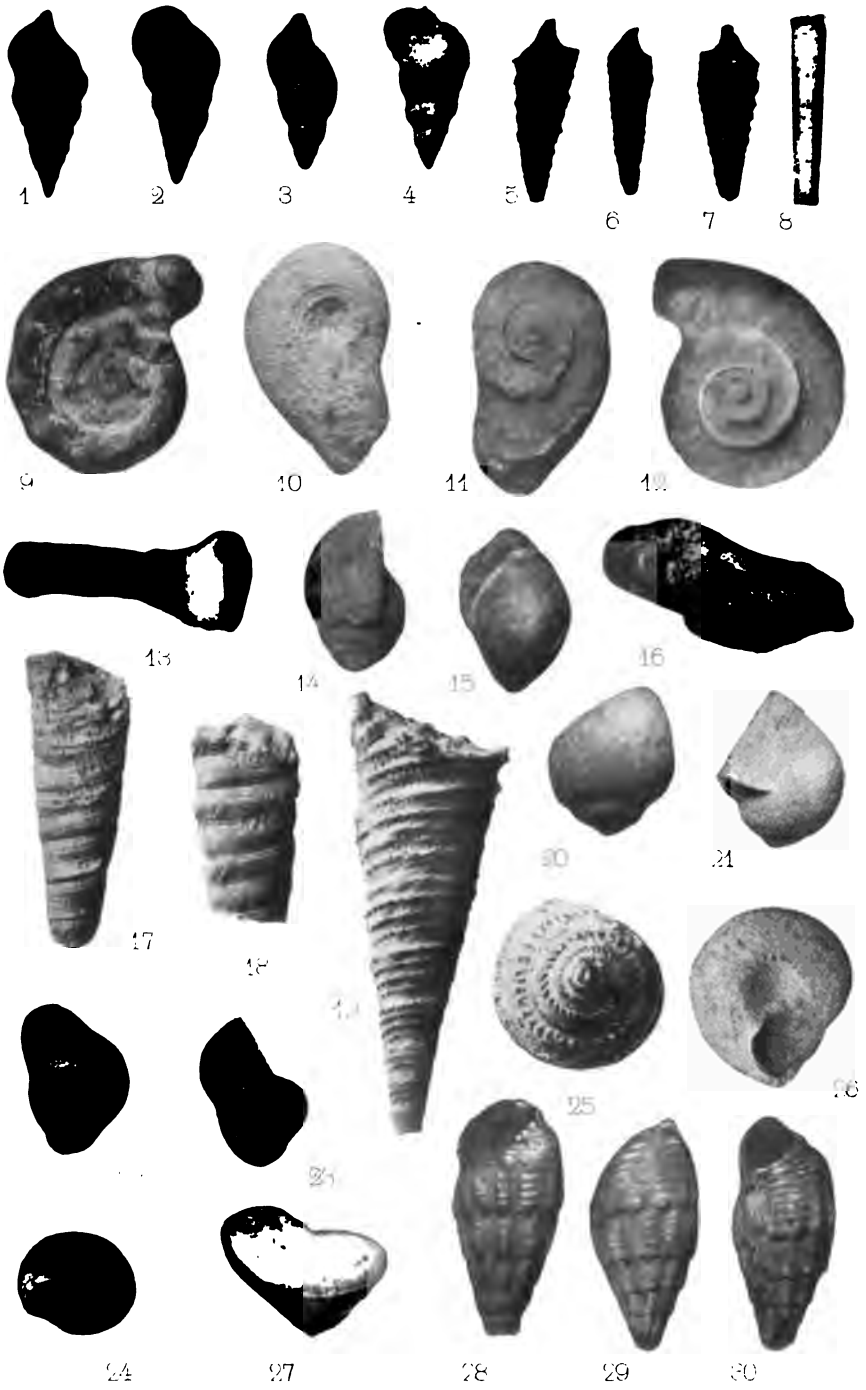


E. Morieu, Sc.

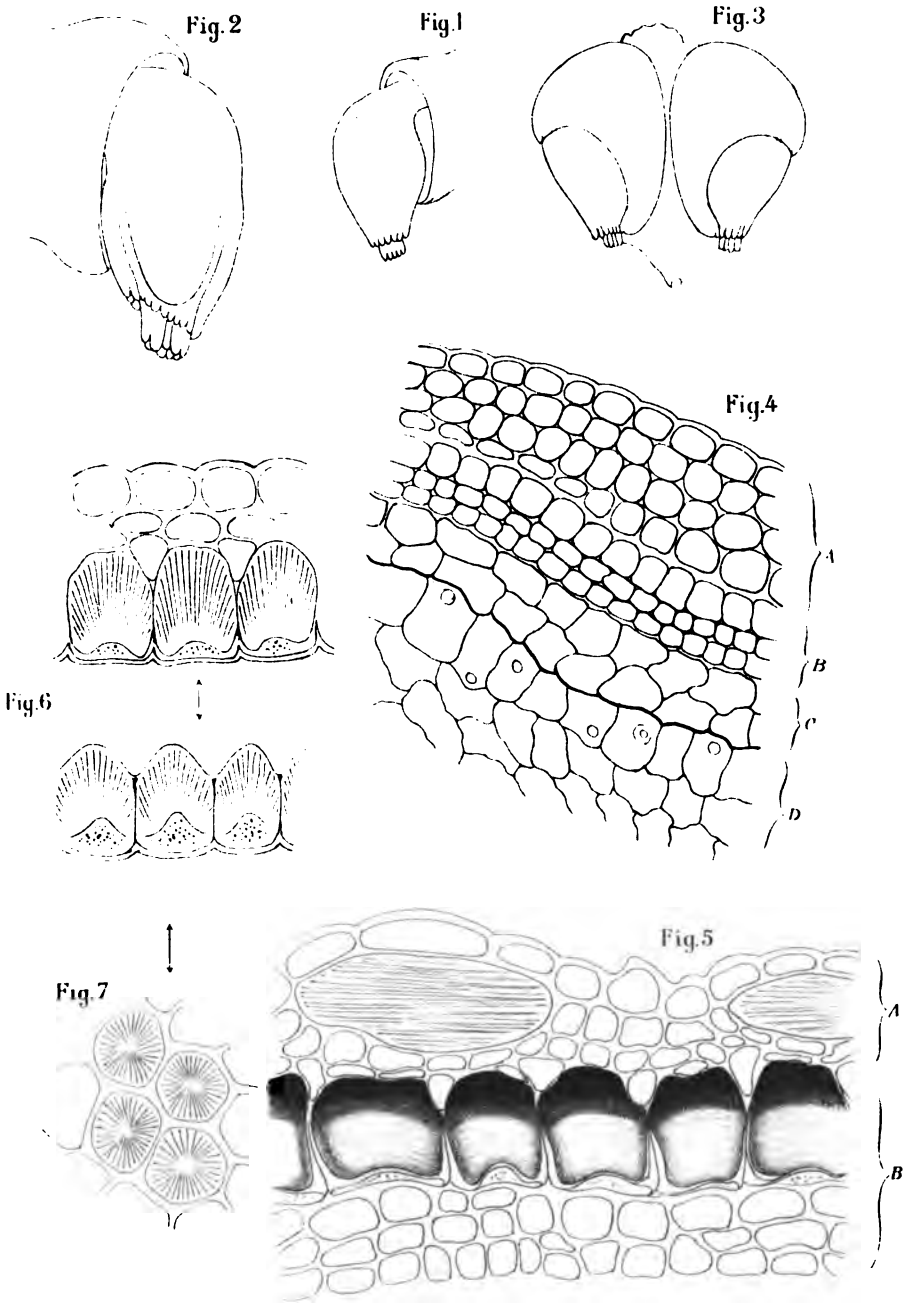
C-ECOUT DE L'ASSAINISSEMENT DE LA SEINE

et Branche de MERY-sur-Oise.)

Dufrénoy.

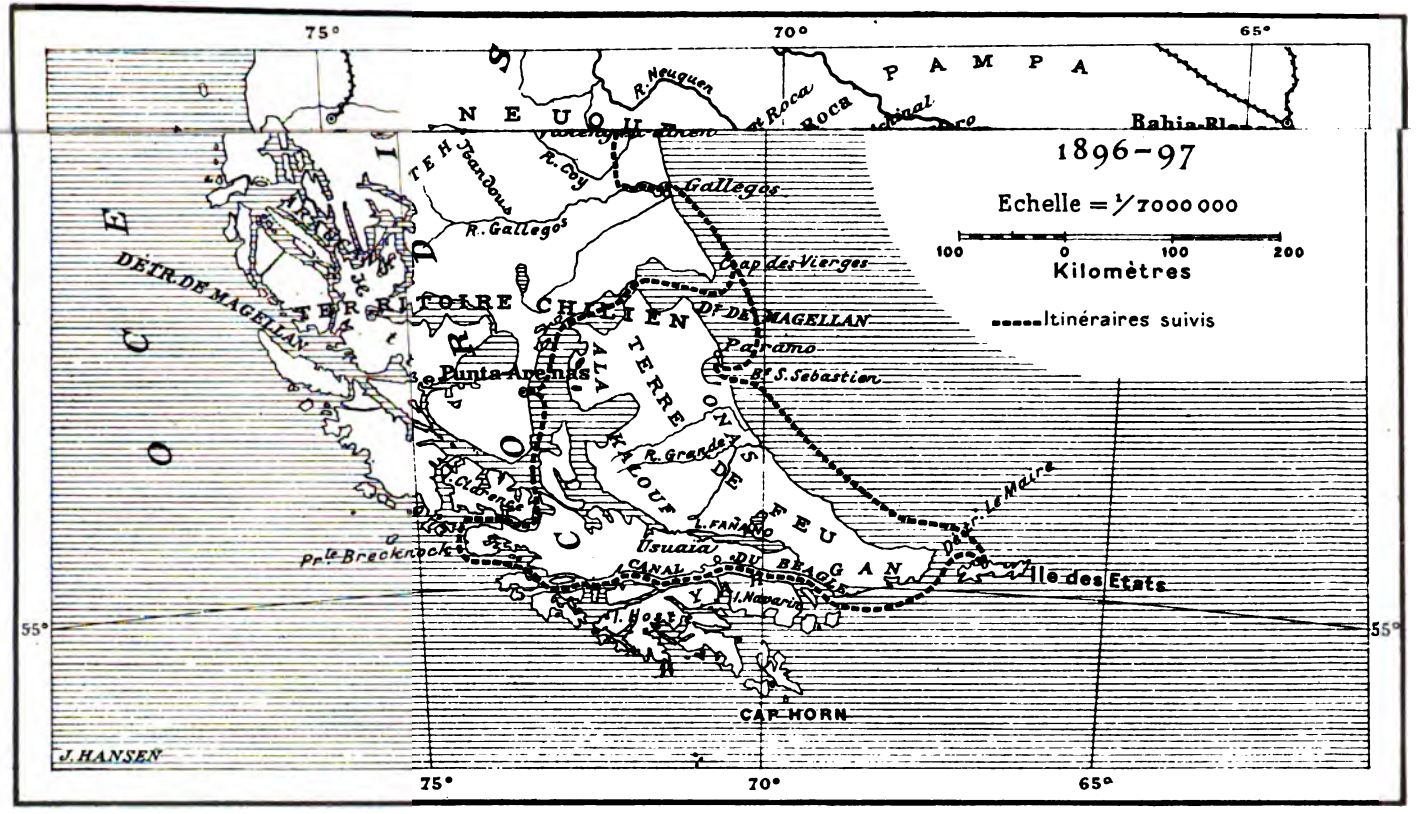


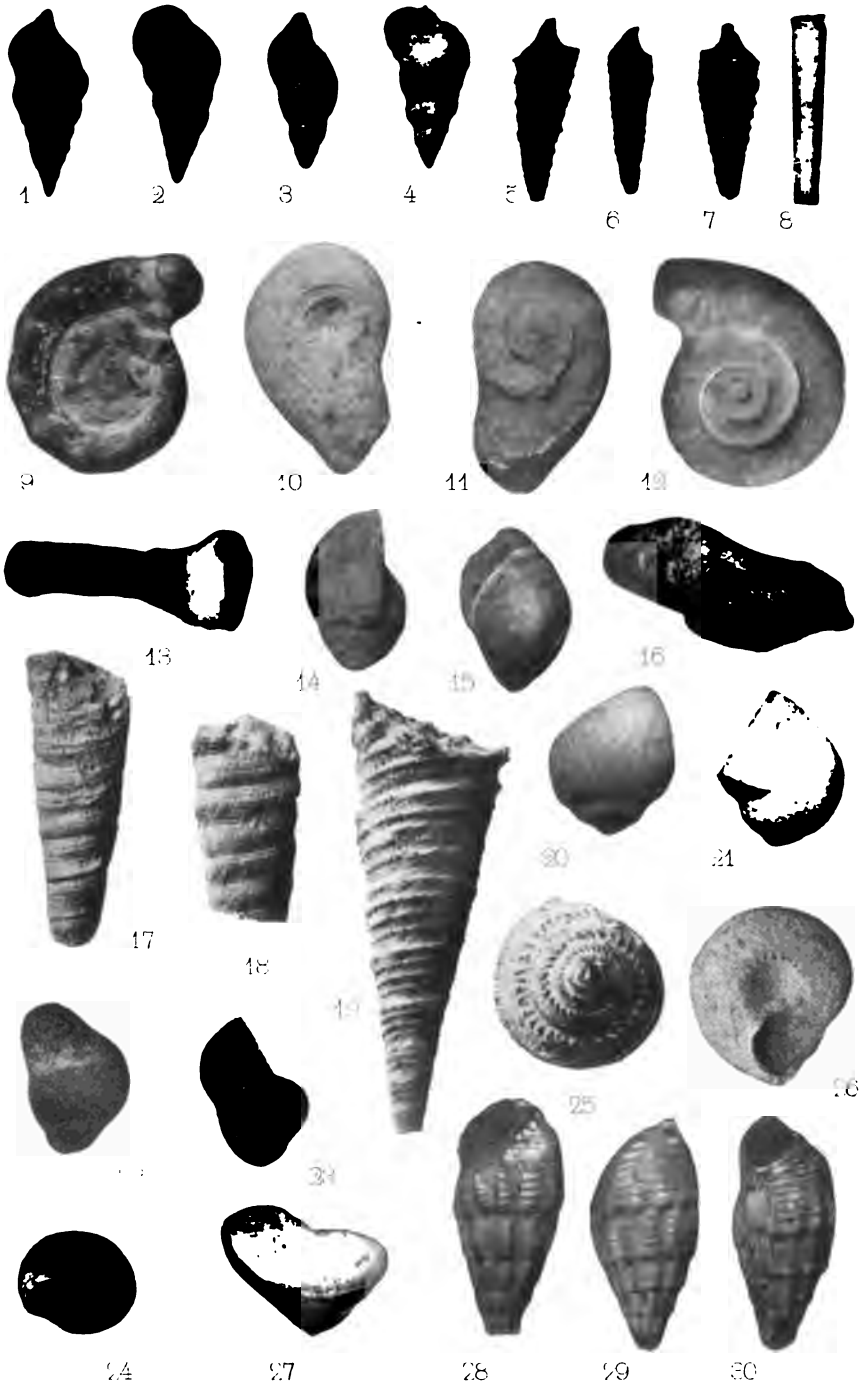
M. COSSMANN. - ESPÈCES CRÉTACIQUES RECUEILLIES EN FRANCE



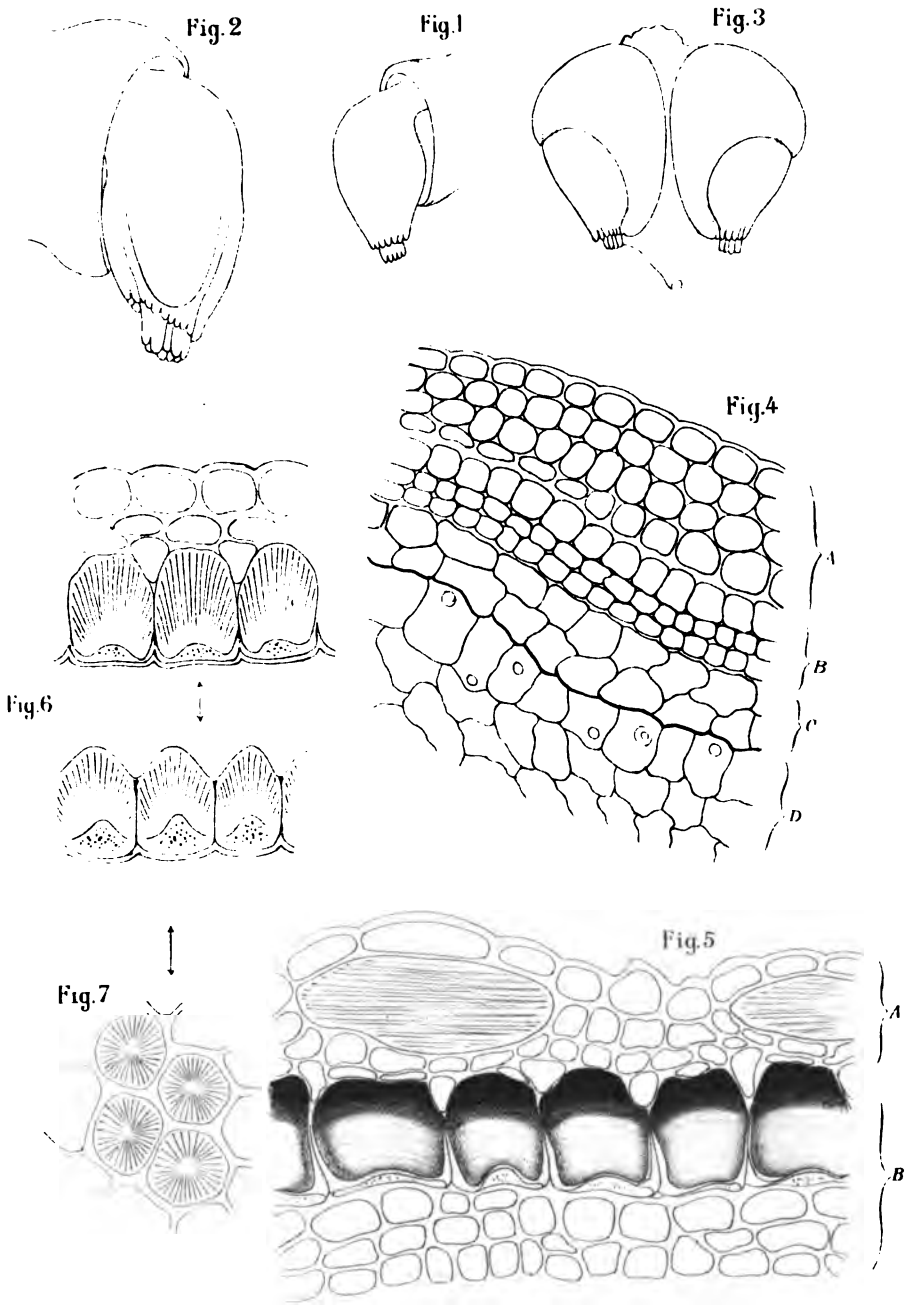
Auster. del. *Imp. Lemercier Paris.* *A. Benard lith.*

J. POISSON — ASPHODÈLE


1896-97
Echelle = 1/7000000
100 0 100 200
Kilomètres
Itinéraires suivis
75°
70°
65°
55°
PAMPA
NEUQUEN
R. Neuquen
Roca
Bahia Bl.
R. Coy
Gallegos
R. Gallegos
Cap des Vierges
Df DE MAGELLAN
Paramo
Bt S. Sebastien
TERRITOIRE CHILIEN
TERRE DE FEU
Punta Arenas
R. Grande
Usuaia
L. FAGANO
CANAL DU BEAGLE
Ile des Etats
Le Maire
Pte Brecknock
CAP HORN
DÉTR. DE MAGELLAN
OCÉAN
J. HANSEN

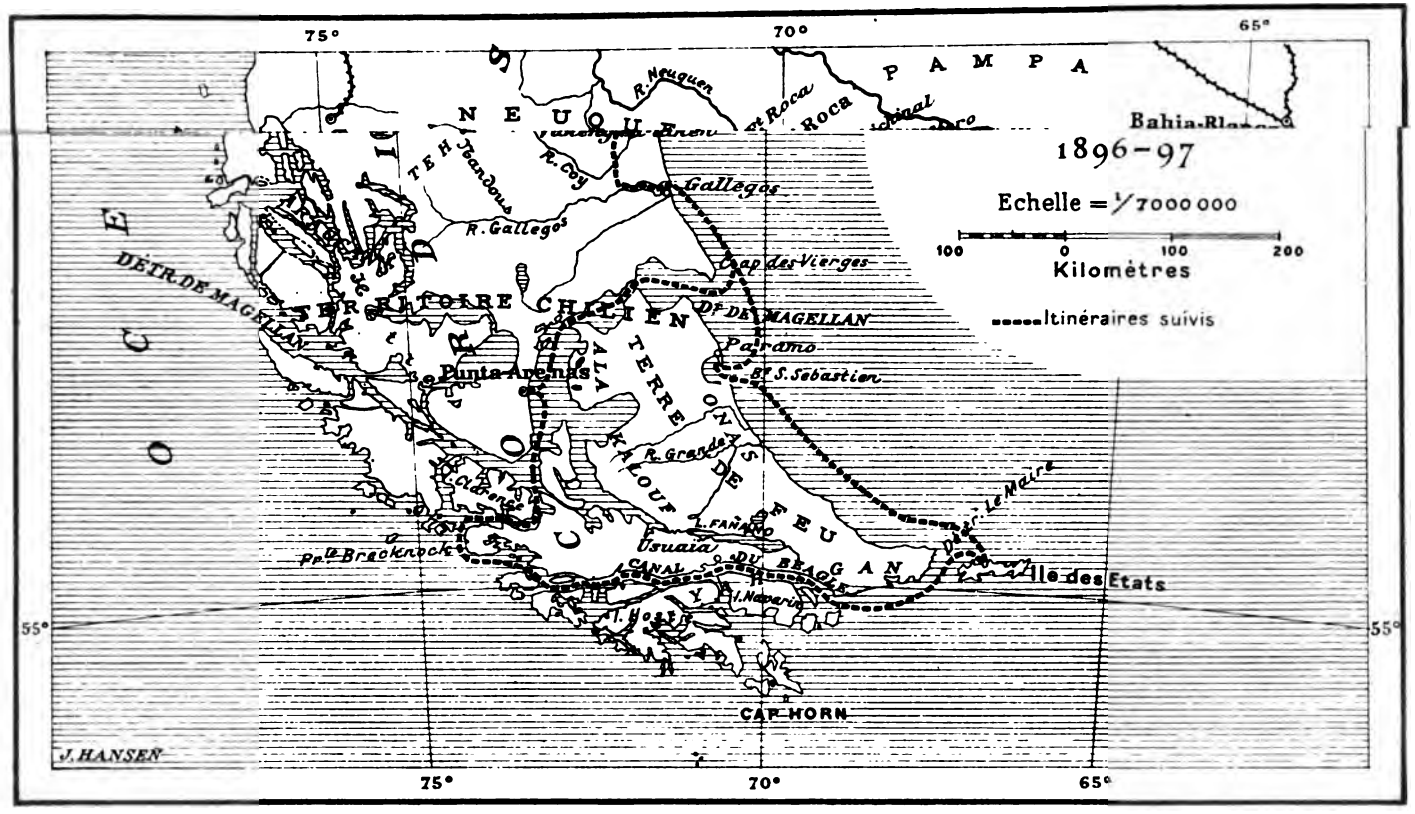


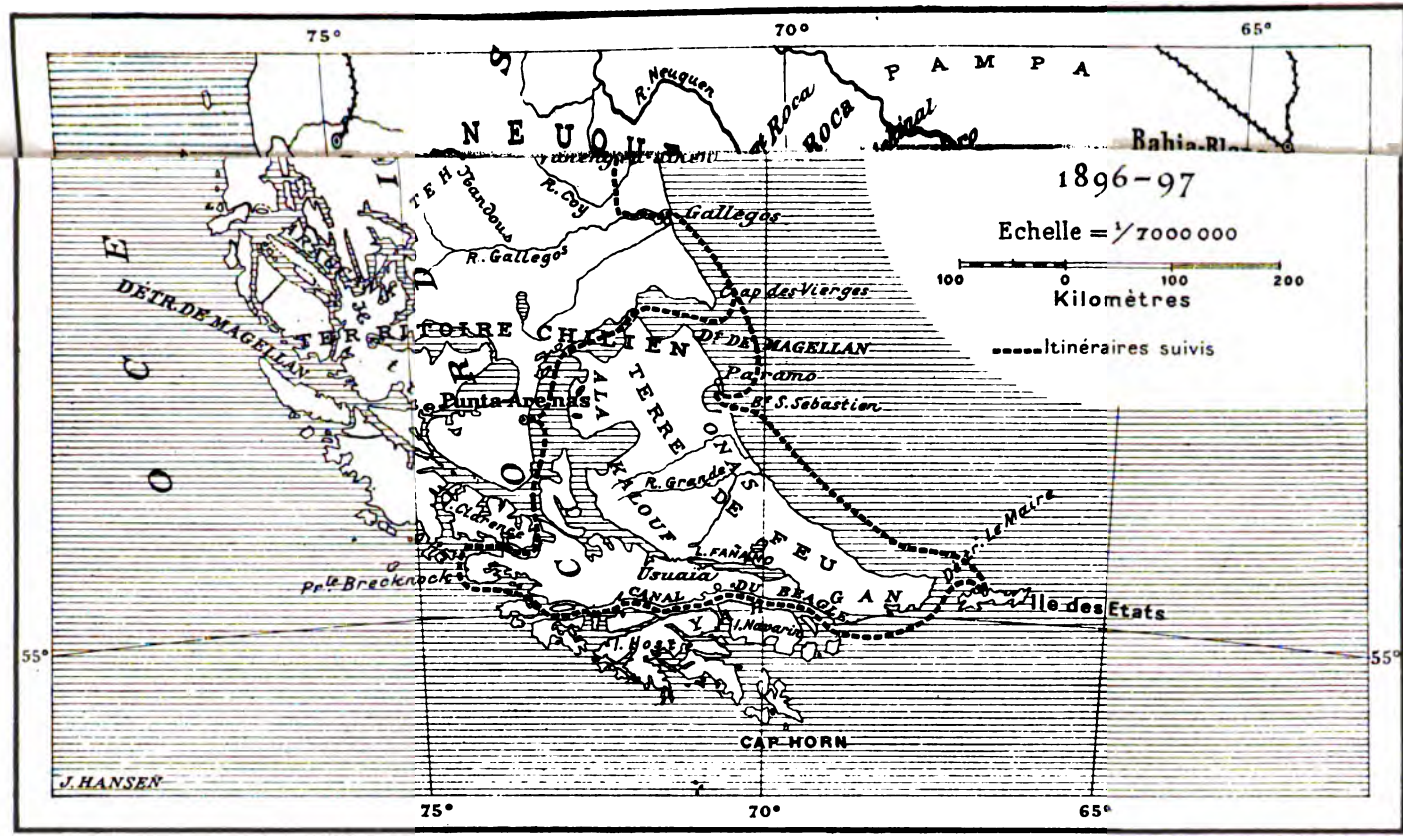
M. COSSMANN. - ESPÈCES CRÉTACIQUES RECUEILLIES EN FRANCE



Auctor, del. *Imp. Lemercier, Paris* *A. Benard lith.*

J. POISSON. — ASPHODÈLE


1896-97
Echelle = 1/7000000
100 0 100 200
Kilomètres
Itinéraires suivis
75°
70°
65°
55°
PAMPA
R. Neuquen
R. Roca
R. Coy
R. Gallegos
Gallegos
Cap des Vierges
Dr DE MAGELLAN
Paramo
Br S. Sebastien
Punta Arenas
TERRE CHILIENNE
TERRE DE FEU
R. Grande
Usuaia
CANAL DU BEAGLE
Ile des Etats
Le Maire
CAP HORN
DÉTR. DE MAGELLAN
J. HANSEN


1896-97
Echelle = 1/7000000
100 0 100 200
Kilomètres
Itinéraires suivis
75°
70°
65°
55°
PAMPA
NEUQUEN
R. Neuquen
Roca
ROCA
Bahia-Blanca
R. Coy
Gallegos
R. Gallegos
Jeandous
Cap des Vierges
DÉTR. DE MAGELLAN
TERRITOIRE CHILIEN
DÉTR. DE MAGELLAN
Patrano
B. S. Sébastien
Punta Arenas
TERRE DE FEU
R. Grande
Le Maire
Usuaia
FANANO
Pr. le Brecknock
CANAL DU BEAGLE
Ile des Etats
I. Navarin
I. Hoste
CAP HORN
J. HANSEN

41C
458+